

Michael Domjan

PRINCIPIOS de aprendizaje y conducta

Sexta edición





SEXTA EDICIÓN

Principios de aprendizaje y conducta

SEXTA EDICIÓN

Principios de aprendizaje y conducta

Michael Domjan

University of Texas at Austin

Con contribuciones de
James W. Grau
Texas A & M University

Cuaderno de trabajo de
Mark A. Krause
Southern Oregon University

Traducción

Dra. María Elena Ortiz Salinas
UNAM

Revisión técnica

Raúl Avila Santibáñez
*Profesor titular de la Facultad
de Psicología UNAM*



Principios de aprendizaje y conducta

Sexta edición
Michael Domjan

**Presidente de Cengage Learning
Latinoamérica:**

Javier Arellano Gutiérrez

**Director general México y
Centroamérica:**

Pedro Turbay Garrido

Director editorial Latinoamérica:

José Tomás Pérez Bonilla

Director de producción:

Raúl D. Zendejas Espejel

Cordinadora editorial:

María Rosas López

Editora de desarrollo:

Claudia Islas Licona

Editora de producción:

Abril Vega Orozco

Diseño de portada:

Grupo Insigne S.A de C.V.

Composición tipográfica:

Mariana Sierra Enríquez

© D.R. 2010 por Cengage Learning Editores, S. A. de C. V.,
una Compañía de Cengage Learning, Inc.
Corporativo Santa Fe
Av. Santa Fe núm. 505, piso 12
Col. Cruz Manca, Santa Fe
C.P. 05349, México, D.F.
Cengage Learning™ es una marca registrada
usada bajo permiso.

DERECHOS RESERVADOS. Ninguna parte de
este trabajo amparado por la Ley Federal del
Derecho de Autor, podrá ser reproducida,
transmitida, almacenada o utilizada en
cualquier forma o por cualquier medio, ya sea
gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo,
pero sin limitarse a lo siguiente: fotocopiado,
reproducción, escaneo, digitalización,
grabación en audio, distribución en internet,
distribución en redes de información o
almacenamiento y recopilación en sistemas
de información a excepción de lo permitido
en el Capítulo III, Artículo 27 de la Ley Federal
del Derecho de Autor, sin el consentimiento
por escrito de la Editorial.

Traducido del libro *The Principles of Learning
and Behavior*, 6th Edition.
Domjan, Michael.
Publicado en inglés por Wadsworth,
Cengage Learning ©2010
ISBN-13: 978-0-495-60199-9
ISBN-10: 0-495-60199-3

Datos para catalogación bibliográfica:
Domjan, Michael. *Principios de aprendizaje
y conducta*. Sexta edición.
ISBN-13: 978-607-481-327-2
ISBN-10: 607-481-327-2

Visite nuestro sitio en:
<http://latinoamerica.cengage.com>

DEDICATORIA

Para Deborah

CONTENIDO BREVE

- 1** Introducción 1
- 2** Conducta provocada, habituación y sensibilización 31
- 3** Condicionamiento clásico: fundamentos 67
- 4** Condicionamiento clásico: mecanismos 103
- 5** Condicionamiento instrumental: fundamentos 143
- 6** Programas de reforzamiento y conducta de elección 185
- 7** Condicionamiento instrumental: mecanismos motivacionales 219
- 8** Control de la conducta por el estímulo 257
- 9** Extinción de la conducta condicionada 299
- 10** Control aversivo: evitación y castigo 333
- 11** Cognición comparada I: mecanismos de la memoria 375
- 12** Cognición comparada II: temas especiales 419

CONTENIDO DETALLADO

PREFACIO xvii

ACERCA DEL AUTOR xxi

CAPÍTULO 1

Introducción 1

Antecedentes históricos 5

Desarrollo histórico del estudio de la mente 7

Desarrollo histórico del estudio de los reflejos 9

Los albores de la era moderna 11

Cognición comparada y la evolución de la inteligencia 12

Neurología funcional 13

Modelos animales de la conducta humana 16

Modelos animales y desarrollo de fármacos 16

Modelos animales y robótica 17

La definición de aprendizaje 17

La distinción entre aprendizaje y desempeño 18

El aprendizaje y otras fuentes de cambio conductual 18

El aprendizaje y los niveles de análisis 19

Aspectos metodológicos en el estudio del aprendizaje 20

El aprendizaje como una ciencia experimental 20

La perspectiva de proceso general del estudio del aprendizaje 22

Uso de animales no humanos en la investigación del aprendizaje 25

Razones del uso de animales no humanos en la investigación sobre aprendizaje 25

Los animales de laboratorio y la conducta normal 26

Debate público acerca de la investigación con animales no humanos 26

Preguntas de estudio 29

Términos clave 30

CAPÍTULO 2

Conducta provocada, habituación y sensibilización 31

La naturaleza de la conducta provocada	33
El concepto de reflejo	33
Patrones de acción modal	36
Estímulos provocadores de los patrones de acción modal (PAM)	37
La organización secuencial de la conducta	38
Efectos de la estimulación repetida	40
Salivación y valoración hedónica del sabor en seres humanos	40
Atención visual en bebés humanos	42
La respuesta de sobresalto	46
Sensibilización y la modulación de la conducta provocada	48
Adaptabilidad y generalidad de la habituación y sensibilización	50
Distinción entre habituación, adaptación sensorial y fatiga de la respuesta	52
La teoría del proceso dual de la habituación y la sensibilización	53
Aplicaciones de la teoría del proceso dual	54
Implicaciones de la teoría del proceso dual	55
Extensiones a las emociones y la conducta motivada	58
Reacciones emocionales y sus secuelas	59
La teoría motivacional del proceso oponente	60
Comentarios finales	63
Preguntas de estudio	64
Términos clave	64

CAPÍTULO 3

Condicionamiento clásico: fundamentos 67

Los primeros años del condicionamiento clásico	69
Los descubrimientos de Vul'fson y Snarskii	70
El paradigma del condicionamiento clásico	71
Situaciones experimentales	71
Condicionamiento del temor	72
Condicionamiento palpebral	75
Seguimiento de señales	79
Aprender qué sabe bien o mal	80
Procedimientos del condicionamiento pavloviano excitatorio	83
Procedimientos comunes del condicionamiento pavloviano	83
Medición de las respuestas condicionadas	85
Procedimientos de control en el condicionamiento clásico	86
Efectividad de los procedimientos comunes de condicionamiento	87
Condicionamiento pavloviano inhibitorio	89
Procedimientos del condicionamiento inhibitorio	91
Medición de la inhibición condicionada	93
Predominio del condicionamiento clásico	96

Comentarios finales	99
Preguntas de estudio	99
Términos clave	99

CAPÍTULO 4

Condicionamiento clásico: mecanismos 103

¿A qué deben su eficacia los estímulos condicionado e incondicionado?	104
Respuestas iniciales a los estímulos	104
Novedad de los estímulos condicionado e incondicionado	105
Intensidad y notoriedad del EC y el EI	106
Relevancia o pertinencia EC-EI	107
Aprendizaje sin un estímulo incondicionado	110
¿Qué determina la naturaleza de la respuesta condicionada?	112
El modelo de sustitución del estímulo	112
Aprendizaje y homeostasis: un caso especial de sustitución del estímulo	114
El EC como determinante de la forma de la RC	118
Respuesta condicionada y sistemas de conducta	119
Aprendizaje E-R frente a aprendizaje E-E	122
¿Cómo se asocian los estímulos condicionado e incondicionado?	123
El efecto de bloqueo	124
El modelo de Rescorla y Wagner	126
Otros modelos del condicionamiento clásico	132
Comentarios finales	139
Preguntas de estudio	140
Términos clave	140

CAPÍTULO 5

Condicionamiento instrumental: fundamentos 143

Primeras investigaciones del condicionamiento instrumental	145
Enfoques modernos en el estudio del condicionamiento instrumental	148
Procedimientos de ensayo discreto	148
Procedimientos de operante libre	149
Procedimientos del condicionamiento instrumental	154
Reforzamiento positivo	155
Castigo	155
Reforzamiento negativo	155
Entrenamiento por omisión	155
Elementos fundamentales del condicionamiento instrumental	157
La respuesta instrumental	158
El reforzador instrumental	163
La relación entre respuesta y reforzador	167
Preguntas de estudio	182
Términos clave	182

CAPÍTULO 6

Programas de reforzamiento y conducta de elección 185

- Programas simples de reforzamiento intermitente 187
 - Programas de razón 187
 - Programas de intervalo 191
 - Comparación de los programas de razón y de intervalo 194
- Conducta de elección: programas concurrentes 198
 - Medidas de la conducta de elección 199
 - La ley de igualación 200
 - Mecanismos de la ley de igualación 204
- Elección compleja 208
 - Programas encadenados concurrentes 208
 - Estudios sobre el “autocontrol” 210
- Comentarios finales 215
- Preguntas de estudio 215
- Términos clave 216

CAPÍTULO 7

Condicionamiento instrumental: mecanismos motivacionales 219

- La estructura asociativa del condicionamiento instrumental 221
 - La asociación E-R y la ley del efecto 222
 - Expectativa de la recompensa y la asociación E-C 226
 - Relaciones E-C y E(R-C) en el condicionamiento instrumental 229
- Regulación conductual 235
 - Antecedentes de la regulación conductual 236
 - Regulación conductual y el punto de éxtasis conductual 241
 - Conceptos económicos y asignación de la respuesta 246
 - Problemas con los enfoques de regulación conductual 251
 - Contribuciones de la regulación conductual 252
- Comentarios finales 253
- Preguntas de estudio 254
- Términos clave 254

CAPÍTULO 8

Control de la conducta por el estímulo 257

- Identificación y medición del control del estímulo 259
 - Respuesta diferencial y discriminación del estímulo 259
 - Generalización del estímulo 260
 - Gradientes de generalización como medidas del control del estímulo 261
- Factores del estímulo y de la respuesta en el control del estímulo 264
 - Capacidad sensorial y orientación 265
 - Facilidad relativa del condicionamiento de varios estímulos 266

Tipo de reforzamiento	267
Tipo de respuesta instrumental	269
Elementos del estímulo frente a claves de configuración en estímulos compuestos	270
Factores del aprendizaje en el control del estímulo	272
Entrenamiento de discriminación del estímulo	272
Efectos del entrenamiento discriminativo en el control del estímulo	276
Variedad de posibles estímulos discriminativos	277
¿Qué se aprende en un entrenamiento discriminativo?	279
Interacciones entre E+ y E-: efecto de cambio de pico	282
Entrenamiento de equivalencia del estímulo	286
Claves contextuales y relaciones condicionales	288
Control por claves contextuales	289
Control por relaciones condicionales	292
Comentarios finales	296
Preguntas de estudio	296
Términos clave	297

CAPÍTULO 9

Extinción de la conducta condicionada 299

Efectos de los procedimientos de extinción	301
La extinción y el aprendizaje original	306
Recuperación espontánea	307
Renovación del condicionamiento excitatorio original	308
Restablecimiento de la excitación condicionada	311
Retención del conocimiento sobre el reforzador	314
Optimización de la extinción	316
Número y espaciamiento de los ensayos de extinción	316
Reducción de la recuperación espontánea	317
Disminución de la renovación	317
Estímulos compuestos en extinción	318
¿Qué se aprende en extinción?	320
Asociaciones inhibitorias E-R	320
Efectos paradójicos de la recompensa	322
Mecanismos del efecto del reforzamiento parcial en la extinción	325
Resistencia al cambio y momento conductual	327
Comentarios finales	330
Preguntas de estudio	330
Términos clave	331

CAPÍTULO 10

Control aversivo: evitación y castigo 333

Conducta de evitación	335
Orígenes del estudio de la conducta de evitación	335

El procedimiento de evitación discriminada	337
Teoría de los dos procesos de la evitación	338
Análisis experimental de la conducta de evitación	342
Explicaciones teóricas alternativas de la conducta de evitación	351
El enigma de la evitación: comentarios finales	356
Castigo	356
Análisis experimental del castigo	357
Teorías del castigo	367
El castigo fuera del laboratorio	370
Preguntas de estudio	372
Términos clave	372

CAPÍTULO 11

Cognición comparada I: mecanismos de la memoria 375

¿Qué es la cognición comparada?	377
Paradigmas de la memoria animal	379
Memoria de trabajo y memoria de referencia	381
Igualación demorada a la muestra	382
Memoria espacial en laberintos	389
Mecanismos de la memoria	396
La adquisición y el problema de la codificación del estímulo	396
Codificación retrospectiva y prospectiva	399
La retención y el problema del repaso	402
Recuperación	406
Olvido	411
Interferencia proactiva y retroactiva	411
Amnesia retrógrada	412
Comentarios finales	417
Preguntas de estudio	417
Términos clave	417

CAPÍTULO 12

Cognición comparada II: temas especiales 419

Almacenamiento y recuperación de la comida	421
Memoria espacial en el almacenamiento y recuperación de la comida	422
Memoria episódica en el almacenamiento y recuperación de la comida	423
Estimación temporal	427
Técnicas para estudiar el control temporal de la conducta	428
Propiedades de la conducta controlada temporalmente	429
Modelos de estimación temporal	431
Aprendizaje de relaciones seriales	434

Posibles bases de las listas seriales de conducta	435
Pruebas con subconjuntos después del entrenamiento con la presentación simultánea de los estímulos	436
Categorización y aprendizaje de conceptos	440
Aprendizaje de conceptos perceptuales	440
Aprendizaje de conceptos de nivel superior	444
Aprendizaje de conceptos abstractos	444
Uso de herramientas en animales no humanos	445
Aprendizaje del lenguaje en animales no humanos	447
Primeros intentos en el entrenamiento del lenguaje	448
Procedimientos para el entrenamiento del lenguaje	449
Evidencia de “gramática” en los grandes simios	451
Preguntas de estudio	454
Términos clave	455

REFERENCIAS	457
-------------	-----

ÍNDICE ONOMÁSTICO	499
-------------------	-----

ÍNDICE ANALÍTICO	509
------------------	-----

PREFACIO

Esta edición de *Principios de aprendizaje y conducta* es una especie de hito personal y profesional. Cuando firmé el contrato original para el libro en 1999, pensé que tendría suerte si concluía la primera edición; no tenía idea de que el libro se mantendría como una obra indispensable en el campo durante 30 años. Desde su primera edición, el libro ha permitido presentar a los estudiantes los mecanismos del aprendizaje en Estados Unidos, Canadá, Colombia, Chile, Turquía, España y otros países europeos. Algunos de esos estudiantes se han convertido en profesores por derecho propio y han empleado en su enseñanza las ediciones posteriores del texto.

En principio, tenía tres metas básicas para escribir el libro. La primera era compartir con los estudiantes todas las ideas y hallazgos recientes en el área del condicionamiento y el aprendizaje que me parecían apasionantes. La segunda era integrar los fenómenos conductuales del aprendizaje con la forma en que la evolución ha moldeado los sistemas de conducta. Esta segunda meta proporcionó la base para incluir a la *conducta* en el título del libro. La tercera meta era proporcionar una presentación ecléctica y equilibrada del campo que fuese respetuosa tanto de la tradición asociacionista pavloviana como de la tradición skinneriana del análisis conductual. Esas tres metas siguieron motivando las ediciones sucesivas del libro.

Algunos libros no cambian mucho de una edición a otra, no ha sido ese nuestro caso. En la primera edición me esforcé por tener claros todos los hechos y presentarlos de una forma coherente. Todavía estoy ansioso por tener claros todos los hechos, pero ya no me parece que la tarea sea una lucha. El principal desafío consiste más bien en incorporar los nuevos hallazgos y enfoques experimentales. En la segunda y tercera ediciones me concreté a añadir los resultados de publicación reciente. Las ediciones posteriores implicaron una reorganización importante de varias partes del libro, lo que supuso eliminar materiales antiguos a favor de la información reciente. Ese doble proceso de actualizar y recortar

resulta muy evidente en la sexta edición. No sólo he tenido que decidir qué agregar sino también qué eliminar. Mis disculpas a los investigadores que se encuentren con que sus experimentos favoritos ya no aparecen citados en el libro.

Un beneficio importante de las revisiones que he emprendido es el hecho de que las ediciones sucesivas del libro reflejan la forma en que ha evolucionado el campo del aprendizaje en los 30 años pasados. Uno de mis colegas del área profesional comentó hace poco que estaba muy familiarizado con la teoría del aprendizaje, pues lo sabía todo acerca de Tolman, Guthrie y Hull. Debería leer esta nueva edición para encontrar que Tolman y Guthrie ya no aparecen y que a Hull sólo se le menciona brevemente a favor de investigaciones más contemporáneas. Eso no quiere decir que haya ignorado los antecedentes históricos. No lo he hecho. Pero sí he ignorado los debates sobre la teoría del aprendizaje que preocuparon a los psicólogos durante buena parte del siglo xx.

El campo del condicionamiento y el aprendizaje sigue evolucionando de manera importante. En la quinta edición comentaba sobre los grandes avances que tenían lugar en el estudio de los mecanismos neurales del aprendizaje. La indagación sobre la neurobiología del aprendizaje sigue siendo un área importante de investigación. Siempre me he enfocado en los mecanismos conductuales del aprendizaje, ya que la importancia de los procesos neurobiológicos depende en última instancia de la contribución de esos procesos a la conducta manifiesta, aun cuando ahora se mencionan con más frecuencia en el texto los hallazgos neurobiológicos y estoy de nuevo en deuda con el profesor James Grau por proporcionar los resúmenes de los temas básicos de la neurociencia en recuadros especialmente destacados.

Otra dirección importante que es evidente en el campo del aprendizaje es el énfasis alentado por los Institutos Nacionales de Salud para lograr que la investigación tenga relevancia directa para los problemas clínicos humanos. Este hincapié en la investigación aplicada ha estimulado muchos trabajos sobre la extinción, la memoria y la dependencia a las drogas. El libro incorpora muchos de esos hallazgos y a lo largo de sus páginas se destacan las aplicaciones de los descubrimientos de la investigación básica a situaciones humanas.

En los años recientes también se ha logrado un progreso importante en la mejor comprensión del carácter habitual de buena parte de la conducta humana, el papel de los procesos de habituación en el consumo de comida y la obesidad en los seres humanos, y las raíces evolutivas de importantes procesos cognoscitivos. Esos desarrollos se reflejan en cambios importantes en muchos de los capítulos.

Otro desarrollo importante en el campo es el hecho de que los principios conductuales básicos que se describen en el libro están siendo utilizados por una variedad mucho mayor de científicos que en cualquier periodo previo de los últimos 30 años. Para actualizar las ediciones anteriores del libro sólo tenía que revisar reportes recientes de cinco revistas especializadas (*Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*; *Learning & Behavior*; *The Journal of the Experimental Analysis of Behavior*; *Learning and Motivation*; y *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*). Esas revistas siguen siendo fuentes fundamentales de información sobre los mecanismos conductuales del condicionamiento y el aprendizaje. Pero en esta ocasión, muchas de las nuevas referencias citadas aparecieron en otras 78 revistas. Curiosamente, la información

reciente sobre el aprendizaje aparece ahora en revistas sobre dependencias, psicología de la salud, asesoría y psicología clínica, psiquiatría, neurociencia, ciencia cognoscitiva, evolución, conducta animal y otras áreas.

La identificación de fuentes relevantes que aparecen en una gran variedad de revistas es posible gracias a los motores de búsqueda de la era informática. Esta nueva era también ha modificado la forma en que se producen los libros. La primera edición de este libro fue publicada por Brooks/Cole. La compañía me hizo entrar volando a sus oficinas en Pacific Grove, CA, donde tuve un breve encuentro con el presidente de la empresa y luego sostuve largas discusiones con el Editor de Psicología y varios miembros del equipo de producción. Luego, Brooks/Cole se fusionó con Wadsworth, que fue comprada por Thomson Learning, que luego vendió sus operaciones de publicación de libros a Cengage. Cuando empecé la sexta edición, Cengage no tenía un Editor de Psicología, y luego me enteré de que el diseño y algunos aspectos de la producción del libro habían sido adquiridos de una compañía en India. Al principio me sentía escéptico acerca de cómo funcionaría esto, pero luego quedé gratamente sorprendido por la notable eficiencia y profesionalismo de toda la gente que participó en la sexta edición, incluyendo a Menaka Gupta y el nuevo Editor de Psicología, Jon-David Hague. Estoy muy agradecido con todos ellos por su ayuda. También quiero agradecer al profesor Mark Krause por actualizar los ejercicios del cuaderno de trabajo que aparece en la parte final del libro.

Las ediciones sucesivas de este libro también han marcado transiciones importantes en mi vida personal. Estaba trabajando en la primera edición cuando nació mi hijo Paul, quien tendrá 30 años de edad cuando aparezca la sexta edición. Mi hija Katherine nació poco antes de la aparición de la segunda edición y mi hijo Xavier nació poco después de la segunda edición. Este libro está dedicado a mi esposa, Deborah. Deborah y yo tenemos siete hijos, cuatro nietos, dos perros y un gato. Cada día, todos ellos nos proporcionan muchas oportunidades de observar y experimentar el aprendizaje.

Michael Domjan
Austin, Texas.

ACERCA DEL AUTOR



MICHAEL DOMJAN es profesor de psicología en la Universidad de Texas en Austin, donde ha enseñado aprendizaje a estudiantes de licenciatura y posgrado desde 1973. Fue jefe de departamento de 1999 a 2005 y director fundador del *Imaging Research Center* entre 2005 y 2008. El profesor Domjan es conocido por su aproximación funcional al condicionamiento clásico, la cual ha continuado en sus estudios sobre el condicionamiento sexual y el aprendizaje de aversión al sabor. Su investigación fue seleccionada por los *National Institutes of Mental Health* para el Premio al Mérito así como para el Premio del Vellochino de Oro por el senador estadounidense William Proxmire. Durante seis años fue editor del *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* y recibió el Premio G. Stanley Hall de la American Psychological Association (APA). Fue presidente de la Sociedad Pavloviana y también de la División de Neurociencia Conductual y Psicología Comparada de la APA.

Introducción

Antecedentes históricos

Desarrollo histórico del estudio de la mente
Desarrollo histórico del estudio de los reflejos

Los albores de la era moderna

Cognición comparada y la evolución de la inteligencia
Neurología funcional
Modelos animales de la conducta humana
Modelos animales y desarrollo de fármacos
Modelos animales y robótica

La definición de aprendizaje

La distinción entre aprendizaje y desempeño
El aprendizaje y otras fuentes de cambio conductual
El aprendizaje y los niveles de análisis

Aspectos metodológicos en el estudio del aprendizaje

El aprendizaje como una ciencia experimental
La perspectiva de proceso general del estudio del aprendizaje

Uso de animales no humanos en la investigación del aprendizaje

Razones del uso de animales no humanos en la investigación sobre el aprendizaje
Los animales de laboratorio y la conducta normal
Debate público acerca de la investigación con animales no humanos

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

El objetivo del capítulo 1 es adentrar al lector a los estudios conductuales del aprendizaje. El capítulo inicia con la descripción de los estudios conductuales del aprendizaje y la forma en que se relacionan con la cognición y el control consciente de la conducta. A continuación expone los antecedentes históricos de los conceptos fundamentales para la teoría moderna del aprendizaje. Esto va seguido por una revisión de los orígenes de la investigación experimental contemporánea en los estudios de la evolución de la inteligencia, la neurología funcional y los modelos animales de la conducta humana. Se analizan también las implicaciones de la investigación contemporánea para la elaboración de fármacos que mejoren la memoria, así como para la construcción de sistemas artificiales inteligentes o robots. Luego se expone una definición detallada del aprendizaje y se considera la manera en que éste puede examinarse en diferentes niveles de análisis. En la siguiente sección se describen las características metodológicas de los estudios del aprendizaje. Dado que muchos experimentos sobre el aprendizaje se han realizado con animales no humanos, el capítulo termina con el examen de las razones del uso de los mismos en la investigación y con comentarios acerca del debate público relacionado con la investigación en animales.

Al ser humano le ha interesado siempre comprender la conducta, sea la propia o la ajena. Este interés es más que pura curiosidad. Nuestra calidad de vida depende de nuestras acciones y de las de otros. Cualquier esfuerzo sistemático por comprender la conducta debe considerar lo que aprendemos y cómo lo aprendemos. Muchos aspectos del comportamiento de los seres humanos y de los animales no humanos son resultado del aprendizaje. Aprendemos a leer, a escribir y a contar; a bajar las escaleras sin caer, a abrir puertas, a montar en bicicleta y a nadar. También aprendemos cuándo relajarnos y cuándo preocuparnos, qué alimentos es probable que disfrutemos y nos hagan bien y cuáles nos enfermarán. También aprendemos a identificar los numerosos gestos sutiles que están implicados con las interacciones sociales eficaces. La vida está llena de actividades y experiencias moldeadas por lo aprendido.

El **aprendizaje** es uno de los procesos biológicos que facilitan la adaptación al ambiente. La integridad de la vida depende de la realización exitosa de diversas funciones biológicas como la respiración, la digestión y la resistencia contra la enfermedad. Los sistemas fisiológicos evolucionaron para cumplir dichas tareas. Sin embargo, en muchas especies, los procesos fisiológicos no abarcan todas las funciones adaptativas que se requieren, e incluso las que son bastante eficientes son mejoradas por el aprendizaje (Domjan, 2005). Por ejemplo, la reproducción, que es fundamental para la supervivencia de una especie, es mejorada de manera considerable por el aprendizaje.

Los animales, incluyendo a las personas, tienen que aprender a encontrar nuevas fuentes de comida cuando las anteriores se vuelven inaccesibles o cuando se mudan a un área nueva.

También tienen que encontrar un nuevo refugio cuando los fenómenos meteorológicos los destruyen, como sucedió durante el huracán *Katrina*. Es evidente

que para cumplir esas tareas se requiere de conducta motora, como caminar y manipular objetos. Estas tareas también precisan de la capacidad para predecir los sucesos importantes del entorno, como el lugar y el momento en que la comida estará disponible. Todo lo anterior implica al aprendizaje. Los animales aprenden a ir a un nuevo abrevadero, cuando el anterior se agota, y aprenden a anticipar nuevas fuentes de peligro. El aprendizaje de esos ajustes al ambiente es tan importante como los procesos fisiológicos de la respiración y la digestión.

Frecuentemente se piensa que el aprendizaje implica la adquisición de nuevas conductas. De hecho, es necesario aprender para poder leer, montar en bicicleta o tocar un instrumento musical. Sin embargo, el aprendizaje también puede implicar la disminución o pérdida de una respuesta que antes era común. Por ejemplo, un niño puede aprender a no cruzar la calle cuando el semáforo está en rojo, a no tomar comida del plato de otra persona y a no gritar cuando alguien trata de dormir la siesta. Aprender a *no realizar* ciertas respuestas es tan importante como aprender a *realizarlas*.

Es probable que al considerar el aprendizaje pensemos en formas que requieren un entrenamiento especial, como el aprendizaje que tiene lugar en las escuelas y universidades. Se necesita de instrucción especial para resolver problemas de cálculo o para completar un triple salto mortal en los clavados. Sin embargo, también aprendemos otras cosas sin un maestro o entrenador experto en el curso de las interacciones rutinarias con nuestro ambiente social y físico. Los niños aprenden a abrir puertas y ventanas, qué hacer cuando suena el teléfono, evitar acercarse a una estufa caliente y cuándo agacharse para no ser golpeado por algún objeto. Los estudiantes universitarios aprenden a orientarse en el campus, a evitar la acidez estomacal producida por la comida de la cafetería y a prever si el compañero de cuarto llegará tarde por la noche, todo ello sin instrucción especial.

En los capítulos siguientes se describe la investigación sobre los principios básicos del aprendizaje y la conducta. Nos concentraremos en los tipos básicos de aprendizaje y conducta que si bien son fundamentales para la vida, como la respiración, suelen ser ignorados. Esas formas básicas y generalizadas de aprendizaje son una parte normal (y con frecuencia esencial) de la vida diaria, aunque rara vez atraen nuestra atención. Se describirá el aprendizaje de relaciones entre eventos en el entorno, el aprendizaje de movimientos motores y el aprendizaje de reacciones emocionales ante los estímulos. Esas formas de aprendizaje son estudiadas en los experimentos que abarcan diversos procedimientos de condicionamiento o “entrenamiento”. Sin embargo, esas formas de aprendizaje se presentan en la vida de animales humanos y no humanos sin instrucción explícita u organizada.

Buena parte de la investigación descrita corresponde a la tradición psicológica conductista, la cual enfatiza el análisis de la conducta en términos de los estímulos que la anteceden y de sus consecuencias. La reflexión y el razonamiento consciente se dejan deliberadamente fuera de este análisis. Se pone más énfasis en el **aprendizaje procedimental** automático que no requiere de la conciencia (Lieberman, Sunnucks y Kirk, 1998; Smith *et al.*, 2005) que en el **aprendizaje declarativo** o **episódico** que es más accesible al reporte consciente. Podría argumentarse que esta restricción deja fuera muchos aspectos interesantes de la conducta humana. No obstante, los psicólogos sociales que han hecho un examen empírico de esos temas llegaron a la conclusión de que muchos aspectos importantes de la conducta humana ocurren sin conciencia. Por ejemplo, Gosling, John, Craik

y Robins (1998) encontraron que la gente suele ser relativamente inexacta para informar sobre su propia conducta (también Stone *et al.*, 2000).

Wegner (2002) resumió su investigación sobre la experiencia de la intención consciente en su libro cuyo título *The Illusion of conscious will*, lo dice todo. De igual modo, Bargh y Chartrand (1999) concluyeron que “la mayor parte de la vida cotidiana de una persona no está determinada por sus propósitos conscientes y sus elecciones deliberadas, sino por procesos mentales que son puestos en movimiento por características del ambiente y que operan fuera de la supervisión y orientación de la conciencia” (p. 462). (Bargh y Morsella, 2008.)

Los siguientes capítulos describirán la manera en que las características del ambiente adquieren la capacidad para desencadenar nuestra conducta, lo queramos o no. Esta línea de investigación se originó en lo que se ha llamado psicología conductual. Durante los últimos 25 años del siglo xx, la psicología conductual se vio ensombrecida por “la revolución cognoscitiva”. A pesar de esto, dicha revolución no eliminó las aversiones al sabor que adquieren los niños cuando reciben quimioterapia, ni redujo la avidez que experimentan los adictos cuando ven drogarse a sus amigos, ni detuvo la salivación del proverbial perro pavloviano al encontrar una señal del alimento. La ciencia cognoscitiva no se ocupó de los fenómenos básicos de aprendizaje, que son el tema de este libro, más bien se desarrolló al extender a la psicología hacia nuevas áreas de investigación, como la atención, la solución de problemas y la representación del conocimiento. Por ejemplo, en un importante texto contemporáneo sobre cognición (Anderson, 2005), ni siquiera hace mención del condicionamiento clásico e instrumental. No obstante y pese a la importancia de los nuevos temas de la psicología cognoscitiva, no nos dicen cómo se adquieren o cómo pueden modificarse los hábitos (buenos y malos), así como las emociones.

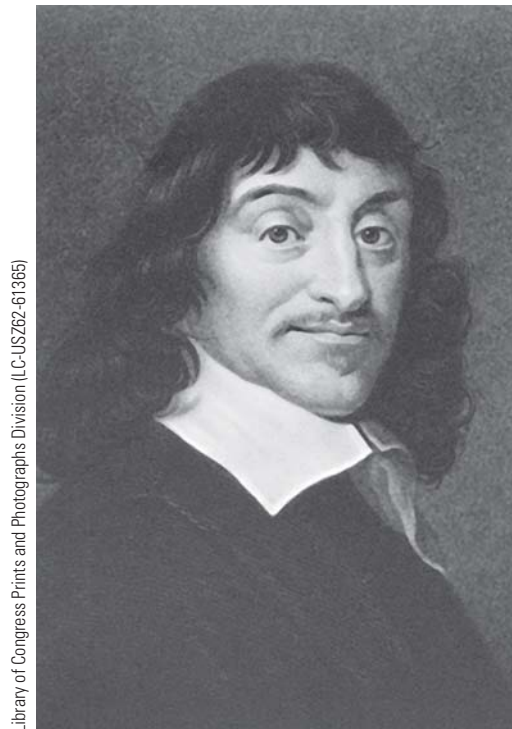
Los procesos conductuales básicos siguen siendo importantes en la vida de los organismos, incluso al aprender más acerca de otros aspectos de la psicología. De hecho, hay un importante resurgimiento del interés por los mecanismos conductuales básicos, el cual es sostenido por el reconocimiento cada vez mayor del limitado papel de la conciencia en la conducta (Pockett, Banks y Gallagher, 2006) y la aceptación de que mucho de lo que nos sucede durante el día implica respuestas habituales en las que, desafortunadamente, pensamos poco (Wood y Neal, 2007). No pensamos en cómo nos cepillamos los dientes, cómo nos secamos después de una ducha, nos vestimos o masticamos la comida. Todas esas son respuestas aprendidas. El interés actual por la teoría de la conducta también es alimentado por el aumento del interés por los mecanismos neurales del aprendizaje (Fanselow y Poulos, 2005). Los animales interactúan con su entorno por medio de sus acciones. Por consiguiente, los fenómenos conductuales proporcionan la regla de referencia para evaluar la importancia funcional de los mecanismos neurales. Los modelos conductuales del condicionamiento y el aprendizaje también son esenciales para la comprensión de problemas clínicos recalcitrantes como los temores patológicos y las fobias (Craske, Hermans y Vansteenwegen, 2006), así como la dependencia a las drogas (Hyman, 2005; Hyman, Malenka y Nestler, 2006; Olmstead, 2006). Como señalaron Wiers y Stacy (2006), “Muchas veces el problema no es que los farmacodependientes no entiendan que las desventajas del consumo continuo superan las ventajas; sino que les resulta difícil resistir los impulsos desencadenados de manera automática para consumir la droga” (p. 292). Este libro trata de cómo se aprenden esos impulsos conductuales.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las aproximaciones teóricas al estudio del aprendizaje tienen sus raíces en la filosofía de René Descartes (figura 1.1). Antes de él, la mayoría de la gente pensaba que la conducta humana era determinada por completo por la intención consciente y el libre albedrío. No se consideraba que las acciones de las personas fueran controladas por estímulos externos o leyes naturales mecánicas. Se suponía que lo que alguien hacía era resultado de su voluntad o intención deliberada. Descartes marcó una excepción a esta visión de la naturaleza humana, pues reconoció que muchas de las cosas que hace la gente son reacciones automáticas a estímulos externos. Sin embargo, no estaba preparado para abandonar del todo la idea del libre albedrío y el control consciente. Por consiguiente, planteó una visión dualista de la conducta humana llamada **dualismo** cartesiano.

Según el dualismo cartesiano, existen dos clases de conducta humana: la involuntaria y la voluntaria. Descartes propuso que la conducta involuntaria consiste en reacciones automáticas a estímulos externos y es mediada por un mecanismo especial llamado **reflejo**. En contraste, la conducta voluntaria no debe ser desencadenada por estímulos externos y ocurre debido al propósito consciente de la persona de actuar de esa manera particular.

Los detalles de la visión dualista que tenía Descartes de la conducta humana se muestran en la figura 1.2. Consideremos primero los mecanismos de la conducta involuntaria o refleja. Los estímulos del ambiente son detectados por los órganos sen-



Library of Congress Prints and Photographs Division (LC-USZ62-61365)

FIGURA 1.1
René Descartes (1596-1650)

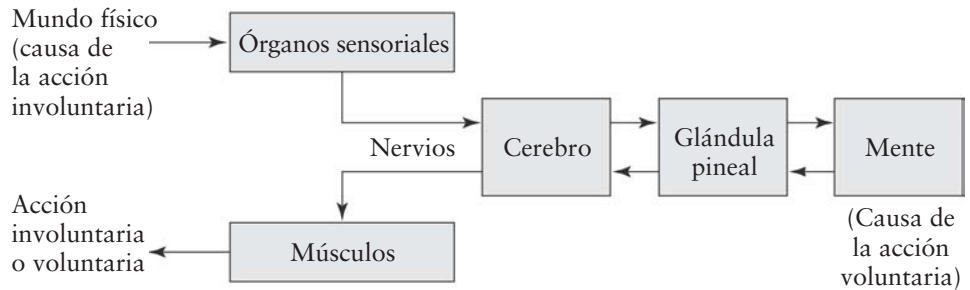
**FIGURA 1.2**

Diagrama del dualismo cartesiano. Los eventos del mundo físico son detectados por los órganos de los sentidos. A partir de ahí la información se transmite al cerebro, el cual se conecta con la mente a través de la glándula pineal. La acción involuntaria es producida por un arco reflejo que involucra mensajes enviados primero de los órganos sensoriales al cerebro y luego del cerebro a los músculos. La acción voluntaria es iniciada por la mente, que envía mensajes al cerebro y luego a los músculos.

soriales de la persona. La información sensorial es transferida luego al cerebro por medio de los nervios. El impulso para la acción es enviado luego del cerebro, a través de los nervios, a los músculos que crean la respuesta involuntaria. De este modo, la entrada sensorial es *reflejada* en la respuesta; de ahí que Descartes llamara *refleja* a la conducta involuntaria.

Varios aspectos de este sistema son de interés. Se supone que los estímulos del ambiente externo son la causa de toda la conducta involuntaria. Esos estímulos producen respuestas involuntarias por medio de un circuito neural que incluye al cerebro. Sin embargo, Descartes supuso que sólo estaba implicado un conjunto de nervios. En su opinión, los mismos nervios transmitían la información de los órganos sensoriales al cerebro y del cerebro hacia los músculos. Creía que este circuito permitía reacciones rápidas a los estímulos externos; por ejemplo, la rápida retirada de la mano de una estufa caliente.

Asimismo supuso que el mecanismo involuntario de la conducta era el único del que disponían animales distintos a los humanos. Según este punto de vista, toda la conducta de los animales no humanos ocurre como respuestas reflejas a estímulos externos. Por consiguiente, Descartes creía que los animales no humanos carecen de libre albedrío y son incapaces de la acción voluntaria consciente. Creía que el libre albedrío y la conducta voluntaria son atributos exclusivos de los seres humanos. Se creía que esta superioridad de los seres humanos sobre otros animales se debía a que sólo los primeros poseen mente o alma.

Se presumía que la mente era una entidad no física. Descartes creía que la mente se conectaba con el cuerpo físico por medio de la glándula pineal, cerca del cerebro. Gracias a esta conexión, la mente podía estar al tanto de la conducta involuntaria y seguir su trayectoria. A través de este mecanismo, la mente también podía iniciar acciones voluntarias. Dado que la conducta voluntaria era iniciada en la mente, podía ocurrir independientemente de la estimulación externa.

El dualismo mente-cuerpo introducido por Descartes alimentó dos tradiciones intelectuales. Una, el mentalismo, el cual se interesaba en los contenidos y funciones de la mente, mientras que la otra, la reflexología, se ocupaba de los mecanismos de la conducta refleja. Esas dos tradiciones intelectuales constituyen los cimientos del estudio moderno del aprendizaje.

Desarrollo histórico del estudio de la mente

A los filósofos enfocados en la mente les interesaba conocer su contenido y la manera en que funciona. Esas preguntas son similares a las que preocupan en la actualidad a los psicólogos cognoscitivos. Dado que Descartes pensaba que la mente se conecta con el cerebro por medio de la glándula pineal, creía que algunos de los contenidos mentales provenían de las experiencias sensoriales. Sin embargo, también creía que la mente contenía ideas innatas que están presentes en todos los seres humanos, independientemente de la experiencia personal. Por ejemplo, pensaba que todos los seres humanos nacen con el concepto de Dios, el concepto de sí mismos y ciertos axiomas fundamentales de geometría, como el hecho de que la distancia más corta entre dos puntos es una línea recta. El enfoque filosófico que asume que nacemos con ideas innatas acerca de ciertas cosas se denomina **innatismo**.

Algunos filósofos posteriores a Descartes estaban en desacuerdo con la postura innatista. En particular, el filósofo inglés John Locke (1632-1704) creía que la gente adquiere todas sus ideas de manera directa o indirecta después de nacer. Consideraba que los seres humanos nacen sin ideas preconcebidas acerca del mundo. En su opinión, la mente empieza como una pizarra en blanco (*tabula rasa* en latín) que se va llenando gradualmente con ideas e información a medida que la persona tiene diversas experiencias sensoriales. Este enfoque filosófico de los contenidos de la mente se denomina **empirismo**. El empirismo fue aceptado por un grupo de filósofos ingleses que vivieron entre los siglos XVII y XIX que llegaron a conocerse como los *empiristas británicos*.

Los filósofos innatistas y los empiristas no sólo discrepaban en el contenido supuesto de la mente, sino también en la forma en que se suponía que ésta operaba. Descartes creía que la mente no funcionaba de manera predecible y ordenada, de acuerdo con reglas estrictas que podían identificarse. Uno de los primeros en proponer una alternativa a esta postura fue el filósofo inglés Thomas Hobbes (1588-1679). Hobbes aceptaba la diferencia entre conducta voluntaria e involuntaria planteada por Descartes, así como la idea de que la conducta voluntaria es controlada por la mente. Sin embargo, a diferencia de Descartes, creía que la mente funciona de una forma tan predecible y sometida a leyes como los reflejos. En concreto, propuso que la conducta voluntaria es regida por el principio del **hedonismo**. Según este principio, la gente actúa para buscar el placer y evitar el dolor. A Hobbes no le preocupaba si la búsqueda del placer y la evitación del dolor eran loables o deseables, para él, el hedonismo es sencillamente un hecho de la vida. Como veremos, la idea de que la conducta es controlada por consecuencias positivas y negativas se ha mantenido hasta el presente de una u otra forma.

De acuerdo con los empiristas británicos, otro aspecto importante de cómo opera la mente involucra el concepto de **asociación**. Recuerde que el empirismo supone que todas las ideas se originan en las experiencias sensoriales. Pero, ¿cómo es que nuestras experiencias de diversos colores, formas, olores y sonidos nos permiten llegar a ideas más complejas? Por ejemplo, considere el concepto de un carro. Si alguien dice la palabra *carro*, usted tiene una idea de su aspecto, de su funcionamiento y de cómo se sentiría sentado en uno. ¿Cómo pueden surgir esas ideas a partir del mero sonido de las letras *c, a, r, r, o*? Los empiristas británicos propusieron que las sensaciones simples se combinaban entre

sí para formar ideas más complejas por medio de asociaciones. Como usted ha escuchado la palabra *carro* cuando ha visto un automóvil, ha considerado usarlo para ir al trabajo o se ha sentado en uno, se establecieron asociaciones o conexiones entre la palabra *carro* y esos otros atributos de los carros. Una vez que se establecieron las asociaciones, la palabra *carro* activará el recuerdo de los otros aspectos de los carros que ha experimentado, además consideraban que dichas asociaciones son los cimientos de la actividad mental. Por lo tanto, dedicaron un esfuerzo considerable a describir las leyes de las asociaciones.

Leyes de la asociación

Los empiristas británicos aceptaban dos conjuntos de leyes para el establecimiento de las asociaciones, uno primario y otro secundario. Las leyes primarias fueron planteadas originalmente por Aristóteles, el antiguo filósofo griego, quien propuso tres principios para el establecimiento de las asociaciones: 1) contigüidad, 2) semejanza y 3) contraste. De ellos, el principio de contigüidad ha sido el más destacado en el estudio de las asociaciones y conserva una función importante en el trabajo contemporáneo. Este principio propone que dos eventos quedarán asociados si de manera reiterada ocurren juntos en espacio o tiempo. Por ejemplo, si experimenta el olor de la salsa de tomate y el de los espaguetis con la frecuencia suficiente, el mero olor de la salsa de tomate activará su recuerdo de los espaguetis. Los principios de semejanza y contraste plantean que dos cosas quedarán asociadas si son semejantes en algunos aspectos (por ejemplo, si ambas son rojas) o si tienen características contrastantes (por ejemplo, si una es sorprendentemente alta y la otra es notablemente baja). La semejanza como base para la formación de asociaciones ha sido confirmada en estudios modernos del aprendizaje (Rescorla y Furrow, 1977). Sin embargo, no existe evidencia contemporánea de que el contraste (hacer que un estímulo sea notablemente diferente del otro) facilite la formación de una asociación entre ellos.

Algunos filósofos empiristas, como Thomas Brown (1778-1820), propusieron varias leyes secundarias de la asociación. Brown planteó que varios factores influyen en la formación de asociaciones entre dos sensaciones, como la intensidad de las sensaciones y la frecuencia o lo reciente de la presentación conjunta de las sensaciones. Además, se consideraba que la formación de una asociación entre dos eventos depende de la cantidad de asociaciones distintas en que estuviera ya implicado cada evento y de la semejanza de esas asociaciones previas con la que se está formando.

Los empiristas británicos analizaron las leyes de la asociación como parte de su discurso filosófico. No realizaron experimentos para determinar si las leyes eran válidas o no, ni trataron de determinar las circunstancias en que una ley era más importante que otra. La investigación empírica de los mecanismos de la asociación empezó en el siglo XIX con el trabajo pionero del psicólogo alemán Hermann Ebbinghaus (1850-1909).

Para estudiar cómo se forman las asociaciones, Ebbinghaus inventó las **sílabas sin sentido**, combinaciones de tres letras (como *hap*) que carecen por completo de significado que pudiera influir en la posible reacción de una persona. Ebbinghaus se utilizó como sujeto experimental, estudiaba listas de sílabas sin sentido y medía su capacidad para recordarlas en diversas condiciones experimentales. Este método general le permitió responder preguntas como la forma

en que el mayor entrenamiento mejora la fuerza de una asociación, si las sílabas sin sentido que aparecían juntas en una lista se asociaban entre sí con más fuerza que las sílabas distantes y si una sílaba se asociaba con más fuerza con la que le seguía que con la precedente. Muchos de los problemas abordados por los empiristas británicos y por Ebbinghaus tienen su equivalente en los estudios modernos del aprendizaje y la memoria.

Desarrollo histórico del estudio de los reflejos

Descartes hizo una contribución muy importante a la comprensión de la conducta cuando planteó el concepto de reflejo. La idea básica de que la conducta puede reflejar al estímulo que la desencadena sigue siendo una parte esencial de la teoría de la conducta. Sin embargo, Descartes estaba equivocado en sus teorías acerca de los detalles de la acción refleja. Creía que los mensajes sensoriales que iban de los órganos sensoriales al cerebro y los mensajes motores que iban del cerebro a los músculos viajaban por los mismos nervios. Pensaba que los nervios eran tubos huecos y que la transmisión neural implicaba gases llamados *espíritus animales*. Suponía que estos espíritus animales, liberados por la glándula pineal, viajaban por los tubos neurales y entraban a los músculos, ocasionando que se hincharan y crearan el movimiento. Por último, consideraba que todos los movimientos reflejos eran innatos y estaban fijados por la anatomía del sistema nervioso. En el curso de varios cientos de años se demostró que esas ideas sobre los reflejos eran incorrectas.

Charles Bell (1774-1842) en Inglaterra y Francois Magendie (1783-1855) en Francia demostraron que en la transmisión de la información sensorial de los órganos sensoriales al sistema nervioso central y de la información motora del sistema nervioso central a los músculos participan nervios separados. Si se corta un nervio sensorial, el animal mantiene la capacidad de realizar movimientos musculares; si se secciona un nervio motor, el animal sigue siendo capaz de registrar la información sensorial.

La idea de que participan espíritus animales en la transmisión nerviosa también fue refutada después de la muerte de Descartes. En 1669, John Swammerdam (1637-1680) demostró que la irritación mecánica de un nervio era suficiente para producir una contracción muscular. En consecuencia, no era necesario que la glándula pineal propagara espíritus animales. En otros estudios, Francis Glisson (1597-1677) demostró que las contracciones musculares no eran provocadas por la hinchazón debida a la infusión de un gas, como había planteado Descartes.

Descartes, y la mayoría de los filósofos que le siguieron, suponían que los reflejos sólo eran responsables de las reacciones simples a los estímulos. Se creía que la energía de un estímulo se traducían directamente en la energía de la respuesta provocada por las conexiones neurales. Entre más intenso fuera el estímulo, más vigorosa sería la respuesta resultante. Esta idea simple de los reflejos es congruente con muchas observaciones causales; por ejemplo, si toca una estufa, entre más caliente esté más rápido retirará la mano. No obstante, algunos reflejos son mucho más complicados.

Los procesos fisiológicos responsables de la conducta refleja se entendieron mejor en el siglo XIX, y ese entendimiento estimuló nociones más amplias de la acción refleja. Dos fisiólogos rusos, I. M. Sechenov (1829-1905) e Ivan Pavlov (1849-1936), fueron los principales responsables de esos desarrollos. Sechenov propuso



SOVFOFO

FIGURA 1.3

I. M. Sechenov (1829-1905)

que los estímulos no siempre provocan las respuestas reflejas de manera directa y que, en algunos casos, un estímulo puede más bien liberar una respuesta de la inhibición. En esos casos, la fuerza de la respuesta no dependería de la intensidad del estímulo. Esta sencilla idea abrió todo tipo de posibilidades.

Si la fuerza de una respuesta provocada no depende invariablemente de la intensidad del estímulo que la desencadenó, sería posible que un estímulo muy débil produjera una respuesta considerable. Por ejemplo, unas partículas de polvo en la nariz pueden ocasionar un fuerte estornudo. Sechenov aprovechó este tipo de mecanismo para ofrecer un modelo reflejo de la conducta voluntaria. Sugirió que las formas complejas de conducta (acciones o pensamientos) que ocurren en ausencia de un estímulo provocador evidente son de hecho respuestas reflejas; sólo que, en esos casos, los estímulos provocadores son tan débiles que no podemos advertirlos. En consecuencia, según Sechenov, la conducta voluntaria y los pensamientos en realidad son provocados por estímulos muy débiles que pasan inadvertidos.

Las ideas de Sechenov acerca de la conducta voluntaria ampliaron de manera considerable el uso de los mecanismos reflejos para explicar diversos aspectos del comportamiento. Sin embargo, sus ideas eran extrapolaciones filosóficas de los resultados que obtuvo de la investigación real.

Además, Sechenov no abordó el argumento de cómo pueden explicar los mecanismos reflejos el hecho de que esa conducta no es fija e invariable a lo largo de la vida de un organismo sino que puede ser modificada por la experiencia. Desde la época de Descartes, se consideraba que las respuestas reflejas son innatas y fijadas por las conexiones del sistema nervioso. Se creía que los reflejos dependen de un circuito neural innato que conecta los órganos de los sentidos con los músculos pertinentes. Según este punto de vista, podía esperarse que un determinado estímulo provocara la misma respuesta durante la vida de un organismo. Aunque en algunos casos eso es cierto, existen también ejemplos en que las respuestas a los estímulos cambian como resultado de la experiencia. La explicación de estos casos tuvo que esperarse al trabajo experimental y teórico de Ivan Pavlov.

Pavlov demostró, experimentalmente, que no todos los reflejos son innatos. Es posible establecer nuevos reflejos ante los estímulos por medio de mecanismos de asociación. Por consiguiente, el papel de Pavlov en la historia del estudio de los reflejos es comparable al papel de Ebbinghaus en el estudio de la mente. A ambos les interesaba establecer las leyes de la asociación por medio de la investigación empírica. No obstante, Pavlov no lo hizo en la tradición mentalista sino en la tradición fisiológica de la reflexología.

Buena parte de la teoría moderna de la conducta se construyó sobre el concepto reflejo de estímulo-respuesta, o unidad E-R, y el concepto de asociación. Las unidades E-R y las asociaciones conservan un papel destacado en la teoría contemporánea de la conducta. No obstante, a lo largo de los años esos conceptos han sido ampliados y cuestionados. Como se verá en capítulos posteriores, además de las unidades o conexiones E-R, los estudios modernos del aprendizaje también han demostrado la existencia de conexiones E-E y de estructuras asociativas moduladoras o jerárquicas (Schmajuk y Holland, 1998). Las descripciones cuantitativas de la conducta aprendida que no hacen uso de las asociaciones han ganado aceptación en algunos círculos (Gallistel y Gibbon, 2000, 2001; Leslie, 2001) y han sido destacadas por los científicos contemporáneos que trabajan en la tradición skinneriana del análisis conductual (Staddon, 2001). Con todo, los análisis asociativos dominan todavía la teoría de la conducta y proporcionan la base conceptual para gran parte de la investigación sobre los mecanismos neurales del aprendizaje.

LOS ALBORES DE LA ERA MODERNA

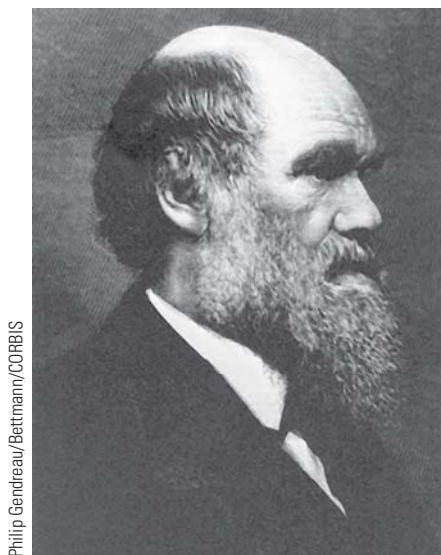
Es habitual que los estudios experimentales de los principios básicos del aprendizaje se lleven a cabo en animales no humanos y en la tradición de la reflexología. La investigación sobre el aprendizaje animal empezó a cobrar fuerza hace poco más de 100 años. El impulso para esta investigación provino de tres fuentes principales (Domjan, 1987), la primera fue el interés por la cognición comparada y la evolución de la mente. La segunda fue el interés en la forma en que opera el sistema nervioso (neurología funcional) y la tercera fue el interés por desarrollar modelos animales para el estudio de ciertos aspectos de la conducta humana. Como veremos en los capítulos siguientes, la cognición comparada, la neurología funcional y los modelos animales de la conducta humana siguen dominando la investigación contemporánea del aprendizaje.

Cognición comparada y la evolución de la inteligencia

El interés por la cognición comparada y la evolución de la mente se suscitó por medio de los trabajos de Charles Darwin (figura 1.4), quien llevó las ideas de Descartes, acerca de la naturaleza humana, un paso más lejos. Descartes empezó a socavar la antigua idea de que los seres humanos poseen una posición privilegiada única en el reino animal al proponer que al menos algunos aspectos de la conducta humana (sus reflejos) son similares a la conducta animal. No obstante, Descartes conservó algunos privilegios para los seres humanos al asumir que sólo ellos poseen una mente.

Darwin atacó este último vestigio de privilegio. En su segunda obra importante, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (*El origen del hombre y la selección en relación al sexo*), Darwin sostuvo que “el hombre desciende de alguna forma de vida inferior, a pesar de que hasta ahora no se hayan descubierto los eslabones intermedios” (Darwin, 1897, p. 146). Al reivindicar la existencia de continuidad entre los animales no humanos y los humanos, Darwin trató de describir no sólo la evolución de los rasgos físicos, sino también la evolución de las capacidades psicológicas o mentales. Sostuvo que la mente humana es resultado de la evolución. Al hacer este reclamo, no negaba que los seres humanos poseyeran capacidades mentales como la de asombro, curiosidad, imitación, atención, memoria, razonamiento y sensibilidad estética. Más bien, sugería que también los animales no humanos poseen esas capacidades. Por ejemplo, sostuvo que los animales no humanos eran capaces incluso de creer en entidades espirituales (Darwin, 1897, p. 95).

En un esfuerzo por sustentar sus afirmaciones, Darwin recabó evidencia anecdótica de diversas formas de conducta inteligente en animales. Aunque la evidencia no es convincente para los estándares modernos, la pregunta de investigación sí lo era. Desde entonces, los investigadores han estado cautivados



Philip Gendreau/Bettmann/CORBIS

FIGURA 1.4
Charles Darwin (1809-1882)

con la posibilidad de seguir la pista de la evolución de la inteligencia mediante el estudio de las capacidades de diversas especies animales.

Antes de poder investigar la evolución de la inteligencia de una manera sistemática, es necesario tener un criterio para identificar la conducta inteligente en los animales. George Romanes propuso un criterio de gran influencia en su libro *Animal Intelligence* (Romanes, 1882), donde sugirió que para identificar la inteligencia debería determinarse si un animal aprende “a hacer nuevos ajustes o a modificar los antiguos, de acuerdo con los resultados de su propia experiencia” (p. 4). Por consiguiente, Romanes definió la inteligencia en términos de la capacidad para aprender. Esta definición recibió gran aceptación de los psicólogos comparados a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, y permitió hacer del estudio del aprendizaje animal la clave para obtener información sobre la evolución de la inteligencia.

Si bien son escasas las investigaciones sobre los mecanismos del aprendizaje animal que se han interesado en la evolución de la inteligencia, las capacidades cognitivas de los animales no humanos siguen fascinando tanto al público no especializado como a la comunidad científica. En la ciencia contemporánea esos temas se agrupan en el tema de “cognición comparada” o “psicología comparada” (Papini, 2008; Shettleworth, 1998). Sin embargo, todavía es evidente la conexión con los intereses históricos, como se muestra en el título de un importante texto reciente, *Comparative cognition: Experimental explorations of animal intelligence* (Wasserman y Zentall, 2006). En varios capítulos de este libro se analizarán los resultados de la investigación contemporánea sobre la cognición comparada, pero especialmente en los capítulos 11 y 12.

Neurología funcional

El estudio de los procesos de aprendizaje, en la era moderna, también ha recibido estímulos de los esfuerzos por hacer uso de los estudios del aprendizaje en animales no humanos y así comprender la manera en que opera el sistema nervioso. Esta línea de investigación fue iniciada por el fisiólogo ruso Pavlov, de manera independiente al trabajo de Darwin, Romanes y otros interesados en la cognición comparada.

Siendo todavía estudiante de medicina, Pavlov se comprometió con el principio del **nervismo**, según el cual, todas las funciones fisiológicas importantes son regidas por el sistema nervioso. Provisto de este principio, Pavlov dedicó su vida a documentar la forma en que el sistema nervioso controla distintos aspectos de la fisiología. Buena parte de su trabajo está dedicado a identificar los mecanismos nerviosos de la digestión.

Durante muchos años, la investigación de Pavlov progresaba según lo planeado. Pero, en 1902, dos investigadores británicos, Bayliss y Starling, publicaron resultados que demostraban que el páncreas, un importante órgano digestivo, estaba más controlado por las hormonas que por el sistema nervioso. Algún tiempo después, Babkin, el amigo y biógrafo de Pavlov, observó que esos nuevos hallazgos produjeron una crisis en el laboratorio porque “cimbraron los cimientos de las enseñanzas de la regulación exclusivamente nerviosa de la actividad secretora de las glándulas digestivas” (Babkin, 1949, p. 228).

La evidencia del control hormonal del páncreas supuso un dilema para Pavlov. Si continuaba sus investigaciones sobre la digestión tendría que abandonar su interés por el sistema nervioso. Por otro lado, si mantenía su compromiso con el nervismo, tendría que dejar de estudiar la fisiología digestiva. El nervismo ganó.

En un esfuerzo por continuar el estudio del sistema nervioso, Pavlov pasó del estudio de la fisiología digestiva al estudio del condicionamiento de los reflejos. De este modo, consideró sus estudios del condicionamiento (que es una forma de aprendizaje) como un medio de obtener información sobre las funciones (la forma de operar) del sistema nervioso. Los neurocientíficos actuales aceptan plenamente la afirmación de Pavlov de que los estudios del aprendizaje permiten conocer las funciones del sistema nervioso. Por ejemplo, Kandel comentó que “el principio fundamental de la neurociencia moderna es que toda la conducta es un reflejo de la función cerebral” (Kandel, Schwartz y Jessell, 1991, p. 3).

El psicólogo conductual se asemeja a un conductor de un vehículo experimental que trata de conocer su funcionamiento sacándolo para una prueba de manejo en lugar de ver primero el motor. Al manejar el carro el conductor puede llegar a conocer mucho sobre sus funciones. Puede descubrir la aceleración, velocidad máxima, la calidad de su dirección, el radio de giro y la rapidez de su frenado. Conducir el carro no revelará la manera en que se realizan varias funciones, pero sí las principales características funcionales de su maquinaria interna.

A su vez, el conocimiento de las características funcionales del vehículo puede dar indicios acerca de su maquinaria interna. Por ejemplo, si el carro acelera con lentitud y nunca alcanza altas velocidades, es posible que no sea propulsado por un motor a reacción. Si el carro sólo avanza hacia adelante al bajar una colina, es probable que sea impulsado por la gravedad más que por un motor. Por otro lado, si el carro no puede detenerse con rapidez, quizá no tenga frenos.

De un modo similar, los estudios conductuales del aprendizaje pueden proporcionar indicios sobre la maquinaria del sistema nervioso. Dichos estudios nos informan sobre los tipos de plasticidad que puede exhibir el sistema nervioso, las condiciones en las cuales puede ocurrir el aprendizaje, el tiempo que persisten las respuestas aprendidas, y las circunstancias en que se tiene o no acceso a la información aprendida. Al detallar las funciones del sistema nervioso, los estudios conductuales del aprendizaje definen las características o funciones que deben ser explicadas por la investigación neurofisiológica.

Modelos animales de la conducta humana

El tercer impulso importante de la era moderna en el estudio del aprendizaje animal fue la creencia de que la investigación realizada con animales no humanos puede proporcionar información que nos ayude a entender mejor la conducta humana. El origen de los modelos animales de la conducta humana es más reciente que el de la cognición comparada o la neurología funcional. El enfoque fue sistematizado por Dollard y Miller y sus colaboradores (Dollard, Miller, Doob, Mowrer y Sears, 1939; Miller y Dollard, 1941) y desarrollado luego con mayor profundidad por B. F. Skinner (1953).

Hacer inferencias sobre la conducta humana, a partir de la investigación con otras especies animales, puede ser peligroso y polémico.

Las inferencias son peligrosas si no están justificadas y son polémicas si no se entienden bien las razones para el uso del modelo. Los modelos se han desarrollado a partir de la investigación con diversas especies, incluyendo varias especies de primates, palomas, ratas y ratones.

Al generalizar de la investigación con ratas y palomas a la conducta humana, no se supone que éstas sean iguales al ser humano. Los modelos animales

se usan de la misma forma que empleamos otros tipos de modelos. Arquitectos, farmacólogos, investigadores médicos y diseñadores de automóviles confían en modelos que suelen ser notablemente distintos de la cosa real. Los arquitectos, por ejemplo, hacen modelos a pequeña escala de los edificios que están diseñando. Los modelos son pequeños, soportan poco peso y están hechos de cartón y pedazos de madera en lugar de ladrillos y argamasa.

Como señalara Overmier (1999), “Los modelos son herramientas básicas y poderosas para la ciencia”. El uso de modelos es común pues permiten la investigación de ciertos aspectos de lo que representan en condiciones que son más *simples, más sencillas de controlar y menos costosas*. Con el uso de un modelo, un arquitecto estudia el diseño de la fachada de un edificio y puede planearlo sin el gasto de la construcción real. El modelo se emplea para determinar: cómo lucirá el edificio desde varias posiciones estratégicas y cómo se verá en relación con otros edificios cercanos. Examinar un modelo en el despacho del arquitecto es mucho más sencillo que estudiar un edificio real en la esquina de una calle transitada. El modelo permite controlar y minimizar los factores que pueden obstaculizar una buena visión (los otros edificios, el tráfico y los cables de corriente).

De igual forma, un diseñador de automóviles puede usar un programa de cómputo como modelo para estudiar la resistencia al viento en varias características del diseño de un nuevo automóvil. El programa puede utilizarse para determinar cómo cambiará la resistencia del vehículo al viento si se le incorporan alerones o se hacen cambios a su forma. El modelo computarizado se parece muy poco al carro real: no tiene neumáticos, ni motor y no puede ser manejado. Aun así, el modelo permite probar la resistencia al viento del diseño de un carro en condiciones que son mucho más sencillas, mejor controladas y menos costosas que si se construyera el automóvil y se manejara en la carretera en diversas condiciones.

Considerando todas las diferencias entre un modelo y la realidad, ¿qué hace que los modelos sean válidos para estudiar algo? Para que un modelo sea válido, tiene que ser comparable con su objetivo de referencia en términos de la característica o función estudiada, la cual se conoce como *característica o función relevante*. Si se utiliza el modelo de un edificio para estudiar la apariencia de su fachada, entonces todas las dimensiones de la fachada del modelo deben ser proporcionales a las dimensiones correspondientes del edificio planeado. Otras características del modelo, como sus elementos estructurales, son irrelevantes. En contraste, si el modelo se emplea para estudiar la resistencia del edificio a los sismos, entonces resultan cruciales los elementos estructurales (castillos, trabes, etcétera).

De igual modo, la única cosa relevante en un modelo computarizado de la resistencia al viento de un vehículo es que el programa de cómputo proporcione cálculos de la resistencia al viento que coincidan con los resultados que se obtienen al manejar automóviles reales. Ninguna otra característica es relevante, por lo que no es importante el hecho de que el programa de computadora carezca de motor o de neumáticos.

Las razones y estrategias asociadas con el uso de animales no humanos como modelos de la conducta humana son similares a las que atañen a los modelos en otras áreas de investigación.

Los modelos animales permiten investigar problemas que es difícil, si no es que imposible, estudiar directamente en la gente. Un modelo permite llevar a cabo la investigación en circunstancias que son más sencillas, controladas y menos costo-

sas. Además, la validez de los modelos animales se basa en los mismos criterios que la validez de otros tipos de modelos. Lo importante es la semejanza entre el modelo animal y la conducta humana en las *características relevantes* para el problema en cuestión. Como señalara Schuster, “La demostración de que los animales consumen por sí solos muchas drogas de abuso, dio lugar a un replanteamiento importante del marco conceptual del problema de la dependencia a las drogas” (Schuster, 1999, p. xiii). El hecho de que los animales tuvieran largas colas y caminaran en cuatro patas en lugar de dos era totalmente irrelevante para el problema.

La tarea fundamental al construir un buen modelo animal es identificar la semejanza relevante entre el modelo animal y la conducta humana de interés. La semejanza relevante atañe a los factores causales que son responsables de formas particulares de conducta (Overmier, 1999). Obtenemos información sobre la conducta humana con base en el estudio de animales no humanos si las relaciones causales en ambas especies son similares. Dado que los modelos animales se usan a menudo para extender las fronteras del conocimiento, la correspondencia entre los hallazgos con animales y la conducta humana siempre debe ser verificada cuidadosamente por datos empíricos. Esta interacción entre la investigación con seres humanos y con animales sigue haciendo contribuciones importantes a nuestra comprensión, tanto de la conducta humana (Branch y Hackenberg, 1998; Delgado, Olsson y Phelps, 2006; Gosling, 2001) como de la conducta de animales no humanos (Escobar, Matute y Miller, 2001; Miller y Matute, 1996).

Las aplicaciones de los principios del aprendizaje recibieron un impulso especial en la década de 1960 con el desarrollo acelerado de la terapia conductual. Como comentara O’Donohue, “el modelo al salir del laboratorio de aprendizaje a la clínica demostró ser un paradigma de extraordinaria riqueza. En la década de 1960, se demostró que muchos principios del aprendizaje eran pertinentes para la práctica clínica. La investigación del aprendizaje muy pronto demostró ser una fuente productiva de ideas para el desarrollo de tratamientos o de explicaciones etiológicas de muchos problemas” (1998, p. 4). Este entusiasmo disminuyó durante los desarrollos posteriores de la terapia cognitiva conductual. Sin embargo, avances recientes en la teoría del aprendizaje han propiciado el regreso a las explicaciones basadas en el aprendizaje de problemas humanos importantes como el trastorno de pánico (Bouton, Mineka y Barlow, 2001).

En los próximos capítulos se describirán, entre otros, modelos animales del amor y el apego, de la tolerancia y la dependencia de las drogas, del aprendizaje de aversión a los alimentos, el aprendizaje de miedos y fobias, y del estrés y su afrontamiento. Los modelos animales llevaron también al desarrollo de muchos procedimientos que ahora suelen emplearse en la gente, como la biorretroalimentación, la instrucción programada, la terapia por exposición, las economías de fichas y otras técnicas de modificación de conducta. Se presentarán ejemplos de dichas aplicaciones en los puntos pertinentes del texto. (Carroll y Overmier, 2001; Haug y Whalen, 1999; Higgins, Heil y Lussier, 2004; y Higgins, Silverman y Heil, 2008.)

Modelos animales y desarrollo de fármacos

Cuando visitamos al médico porque padecemos alguna enfermedad física o psiquiátrica, es probable que salgamos con una receta para aliviar nuestros síntomas.

Las empresas farmacéuticas están ansiosas por llevar nuevos medicamentos al mercado y desarrollar fármacos para síntomas que antes eran manejados de otra forma (por ejemplo, la disfunción eréctil). El desarrollo de fármacos no es posible sin modelos animales. Los paradigmas de aprendizaje animal ya descritos son especialmente importantes para el desarrollo de nuevos fármacos que mejoren el aprendizaje y la cognición. A medida que aumenta la esperanza de vida de la gente, de la misma forma se han vuelto más comunes el deterioro cognoscitivo, asociado con el envejecimiento, y la demanda de medicamentos que lo hagan más lento. Los modelos animales del aprendizaje y la memoria desempeñan un papel primordial en el desarrollo de esos nuevos medicamentos; también son importantes para el perfeccionamiento de ansiolíticos y fármacos que faciliten el progreso de la terapia conductual y cognoscitiva (Davis *et al.*, 2005; Gold, 2008; Richardson, Ledgerwood y Cranney, 2004). Otra área importante de investigación es la evaluación del potencial en el abuso asociado con nuevos medicamentos para el alivio del dolor y otros problemas de salud (Ator y Griffiths, 2003). Es recomendable realizar experimentos en animales para evaluar el potencial de abuso de esos fármacos antes de distribuirlos para uso humano. Muchos de esos experimentos emplean métodos descritos en este libro.

Modelos animales y robótica

Los modelos animales del aprendizaje y la conducta también tienen considerable relevancia para la robótica y los sistemas de inteligencia artificial. Los robots son máquinas capaces de realizar funciones o tareas específicas. La meta de la robótica es hacer a las máquinas tan “listas” como sea posible. Así como Romanes definió la “inteligencia” en términos de la capacidad para aprender, los ingenieros en robótica consideran que la capacidad para recordar y aprender de la experiencia es una característica importante de los sistemas “inteligentes” artificiales. Puede obtenerse información sobre las características y los mecanismos de dicho aprendizaje en los estudios del aprendizaje en animales no humanos (Gnadt y Grossberg, 2007; Schaal *et al.*, 2004). A menudo se utilizan mecanismos asociativos en los sistemas de inteligencia artificial para permitir que la respuesta de dichos sistemas sea modificada por la experiencia. Una perspectiva importante denominada “aprendizaje por reforzamiento” (Sutton y Barto, 1998; Prescott, Bryson y Seth, 2007) aborda muchos de los problemas que surgen en los estudios del condicionamiento instrumental, que veremos a partir del capítulo 5.

LA DEFINICIÓN DE APRENDIZAJE

El aprendizaje es una experiencia humana tan común que es raro que la gente reflexione sobre el significado exacto de decir que se ha aprendido algo. No existe una definición de aprendizaje que goce de aceptación universal. Sin embargo, la siguiente afirmación capta muchos aspectos importantes del aprendizaje:

El aprendizaje es un cambio duradero en los mecanismos de la conducta que involucra estímulos y/o respuestas específicos y que es resultado de la experiencia previa con esos estímulos y respuestas o con otros similares.

Esta definición tiene repercusiones importantes para el estudio del aprendizaje, las cuales son descritas en las siguientes secciones.

La distinción entre aprendizaje y desempeño

Cada vez que vemos evidencia de aprendizaje, vemos la aparición de un cambio en la conducta: el desempeño de una nueva respuesta o la supresión de una respuesta que ocurría previamente. Un niño se vuelve más diestro para atarse las agujetas de sus zapatos o más paciente para esperar que las palomitas de maíz se cocinen en el horno de microondas. Los cambios en la conducta son la única forma de saber si ha ocurrido o no el aprendizaje. Sin embargo, advierta que la definición anterior atribuye el aprendizaje a un cambio en los *mecanismos de la conducta* y no directamente al cambio en la conducta.

¿Por qué deberíamos definir el aprendizaje en términos de un cambio en los mecanismos de la conducta? La razón principal es que la conducta es determinada por muchos factores además del aprendizaje. Por ejemplo, considere la alimentación. Que usted coma o no depende de lo hambriento que esté, del esfuerzo requerido para obtener la comida, de lo mucho que le guste esa comida y de si sabe dónde encontrarla. De todos esos factores, sólo el último implica necesariamente al aprendizaje.

El **desempeño** se refiere a todas las acciones de un organismo en un momento particular. Que un animal haga algo o no (su desempeño) depende de muchas cosas. Incluso la ejecución de una respuesta simple (como saltar a una piscina) está determinada por factores múltiples. Que uno salte depende de la disponibilidad, profundidad y temperatura del agua, de la capacidad física para alejarse del borde de la piscina, etcétera. Por lo tanto, no se puede considerar que un cambio en el desempeño automáticamente refleje aprendizaje.

El aprendizaje se define en términos de un cambio en los mecanismos de la conducta para enfatizar la distinción entre aprendizaje y desempeño. Se utiliza la conducta de un organismo (su desempeño) para ofrecer evidencia de aprendizaje. No obstante, dado que el desempeño es determinado por muchos factores además del aprendizaje, debe tenerse mucho cuidado para decidir si un aspecto particular del desempeño refleja o no aprendizaje. En ocasiones no es posible obtener evidencia de aprendizaje hasta que se utilizan procedimientos especiales de prueba. Por ejemplo, los niños aprenden mucho acerca de la conducción de un carro con sólo mirar a otros manejar, pero este aprendizaje no se hace evidente hasta que se les permite tomar el volante. En otros casos, es fácil observar un cambio en la conducta pero no puede atribuirse al aprendizaje pues no dura lo suficiente o porque es resultado de la experiencia con eventos específicos del ambiente.

El aprendizaje y otras fuentes de cambio conductual

Varios mecanismos producen cambios conductuales que son efímeros para considerarlos como casos de aprendizaje. Uno de esos procesos es la **fatiga**. El esfuerzo físico puede producir una disminución gradual en la fuerza de una respuesta debido a que el individuo se cansa. Este tipo de cambio es producido por la experiencia, pero no se considera un caso de aprendizaje porque el deterioro de la respuesta desaparece si se permite que el individuo descanse por un rato.

La conducta también puede ser modificada temporalmente por un *cambio en las condiciones del estímulo*. Si las luces de un cine se encienden de repente en medio de la función, es probable que la conducta de los asistentes cambie de manera notable. No obstante, esto no es un caso de aprendizaje porque es probable que los espectadores regresen a ver la película en cuanto vuelvan a apagarse las luces.

Otros cambios conductuales de corto plazo que no se consideran aprendizaje implican *alteraciones en el estado fisiológico o motivacional* del organismo.

El hambre y la sed inducen respuestas que no se observan en otros momentos. Las variaciones en el nivel de las hormonas sexuales ocasionan cambios en la respuesta a los estímulos sexuales. También el uso de drogas psicoactivas puede tener efectos conductuales de corta duración.

En algunos casos ocurren cambios persistentes en la conducta, pero sin la experiencia con eventos ambientales que requiere la definición del aprendizaje. El ejemplo más evidente de ello es la **maduración**. Un niño no puede alcanzar algo de un estante alto hasta que crece lo suficiente. No obstante, en este caso el cambio en la conducta no es un ejemplo de aprendizaje, ya que ocurre sólo con el paso del tiempo. El niño no tiene que ser entrenado para alcanzar lugares altos a medida que se hace más alto. La maduración también puede producir la desaparición de ciertas respuestas. Por ejemplo, poco después del nacimiento, tocar los pies del bebé produce movimientos parecidos a la caminata y acariciar la planta del pie ocasiona el despliegue de los dedos en forma de abanico. Ambos reflejos desaparecen a medida que el niño se hace mayor.

Por lo general, la distinción entre aprendizaje y maduración se basa en la importancia de experiencias especiales para producir el cambio conductual de interés. Sin embargo, la distinción es poco clara en los casos en que se requiere la estimulación del ambiente para el desarrollo madurativo. Por ejemplo, experimentos con gatos han demostrado que su sistema visual no se desarrollará lo suficiente para permitir la percepción de líneas horizontales a menos que sean expuestos a dichos estímulos al inicio de la vida (Blakemore y Cooper, 1970). La aparición de la conducta sexual en la pubertad también depende de la experiencia del desarrollo. En particular, la conducta sexual exitosa requiere que se tenga experiencia con compañeros de juego antes de la pubertad (Harlow, 1969).

El aprendizaje y los niveles de análisis

Debido a su importancia fundamental en la vida cotidiana, el aprendizaje se estudia hoy, en muchos niveles de análisis diferentes (Byrne, 2008), algunos de los cuales se ilustran en la figura 1.5. En este texto se hará énfasis en el análisis del aprendizaje a nivel de la conducta.

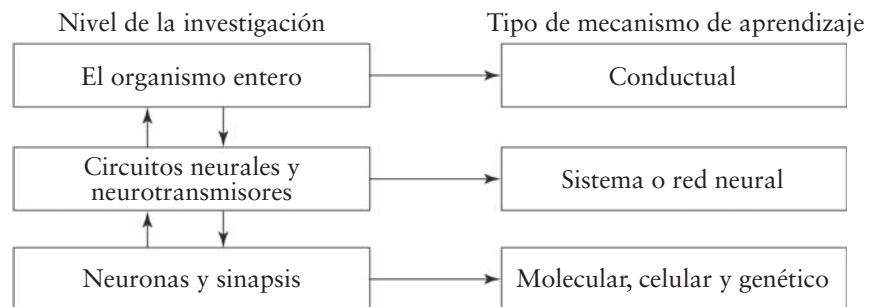


FIGURA 1.5

Niveles de análisis del aprendizaje. Los mecanismos del aprendizaje pueden investigarse a nivel del organismo, a nivel de los circuitos neurales y los sistemas transmisores, y al nivel de las células nerviosas o neuronas.

El nivel conductual de análisis tiene sus raíces en la convicción de que la función del aprendizaje es facilitar las interacciones del organismo con su ambiente. Interactuamos con nuestro entorno principalmente a través de nuestras acciones. Por ende, el nivel conductual del análisis ocupa una posición fundamental.

En estos días, gran parte de la investigación sobre el aprendizaje se realiza también a nivel de los mecanismos neurales. Este interés fue estimulado por los enormes avances técnicos y metodológicos que permiten a los científicos examinar directamente procesos biológicos que antes eran sólo posibilidades hipotéticas. Los mecanismos neurales implicados en el aprendizaje pueden examinarse al *nivel de los sistemas*, el cual se interesa en cómo se organizan los circuitos neurales y los sistemas de neurotransmisores para producir respuestas aprendidas. Los mecanismos neurales también pueden examinarse al nivel de neuronas y sinapsis individuales, haciendo énfasis en los mecanismos *moleculares y celulares*, e incluso en los *genéticos*. Los avances en los mecanismos neurales del aprendizaje en diversos niveles de análisis se describen en los recuadros que aparecen a lo largo del libro.

De manera periódica se describirán también los cambios en el aprendizaje que ocurren como función de la edad, a los que se hará referencia como cambios *en el desarrollo*. También es útil considerar la *importancia adaptativa* del aprendizaje. A nivel conceptual, la importancia adaptativa se refiere a la contribución de un proceso a la evolución. A nivel práctico, la medida básica de la importancia adaptativa es el éxito de un organismo para reproducirse y dejar atrás vástagos sanos. La mayoría de los científicos estarían de acuerdo en que los mecanismos de aprendizaje evolucionaron porque incrementan el éxito reproductivo. La contribución del aprendizaje al éxito reproductivo a menudo es indirecta. Por ejemplo, al aprender a encontrar comida de manera más eficiente, un organismo puede vivir más tiempo y tener más crías. Sin embargo, los estudios del condicionamiento sexual han demostrado que el aprendizaje también puede facilitar los procesos fisiológicos y conductuales implicados en la reproducción e incrementar directamente la fertilidad (Matthews *et al.*, 2007; Hollis *et al.*, 1997).

ASPECTOS METODOLÓGICOS EN EL ESTUDIO DEL APRENDIZAJE

Los estudios del aprendizaje comparten dos características metodológicas importantes. La primera es una consecuencia directa de la definición del aprendizaje e involucra el uso exclusivo de métodos experimentales en lugar de métodos observacionales. Simplemente no es posible investigar los fenómenos del aprendizaje sin el uso de una metodología experimental. La segunda característica metodológica es la dependencia de un enfoque de proceso general, la cual es más una cuestión de estilo intelectual que de necesidad.

El aprendizaje como una ciencia experimental

Los estudios del aprendizaje se concentran en identificar la manera en que la experiencia previa ocasiona cambios de largo plazo en la conducta. A nivel conductual, esto se reduce a identificar los componentes esenciales de los protocolos de entrenamiento o condicionamiento. El énfasis en la identificación de variables causales hace necesario un enfoque experimental.

Considere el siguiente ejemplo. Mary entra en una habitación oscura, manipula el interruptor cercano a la puerta y se encienden las luces del cuarto.

¿Puede concluir que manipular el interruptor “ocasionó” que las luces se encendieran? No a partir de la información proporcionada. Tal vez las luces estaban controladas por un reloj automático y se habrían encendido sin las acciones de Mary. Una alternativa sería que la puerta tuviera incorporado un interruptor que enciende las luces después de unos segundos. O bien el cuarto podría incluir un detector de movimiento que activara las luces.

¿Cómo podría determinar si la manipulación del interruptor en la pared ocasionó que las luces se encendieran? Para comprobar el modelo causal deberían examinarse varios escenarios. Por ejemplo, se podría pedir a Mary que entre de nuevo al cuarto, pero que no manipule el interruptor. Si en tales circunstancias no se encienden las luces, podrían rechazarse algunas hipótesis causales. Se podría concluir que las luces no se encendieron por un detector de movimiento o por un interruptor incorporado en la puerta. Como ilustra este sencillo ejemplo, tiene que realizarse un experimento en que se excluya la causa supuesta para identificar la causa. Los resultados obtenidos con y sin la causa supuesta pueden compararse luego.

En el estudio del aprendizaje, lo que interesa es la conducta de organismos vivos, no la conducta de las luces. Pero los científicos tienen que proceder de una manera similar. Deben realizar experimentos en que se observe la conducta con y sin la causa supuesta. La cuestión elemental es identificar si un procedimiento de entrenamiento produce un tipo particular de efecto de aprendizaje. Para poder responder a esto, es necesario comparar a individuos que recibieron el procedimiento de entrenamiento con los que no fueron entrenados. Esto requiere la variación experimental de la presencia y ausencia de la experiencia de entrenamiento. Debido a ello, *el aprendizaje sólo puede ser investigado con técnicas experimentales*, lo cual hace que el estudio del aprendizaje sea en esencia una ciencia de laboratorio.

La necesidad de utilizar técnicas experimentales para investigar el aprendizaje no es apreciada lo suficiente por científicos afines. Muchos aspectos de la conducta pueden estudiarse mediante procedimientos de observación que no implican manipulaciones experimentales de las causas supuestas de la conducta. Por ejemplo, los estudios de observación pueden proporcionar mucha información acerca de si los animales establecen territorios y la forma de hacerlo, la manera en que defienden esos territorios, las actividades involucradas en el cortejo y la conducta sexual de una especie, las formas en que los animales crían a sus vástagos y los cambios en las actividades de los mismos a medida que maduran.

Se ha obtenido información fascinante con técnicas observacionales que implican una intromisión mínima en las actividades realizadas por los animales. Por desgracia, el aprendizaje no puede estudiarse de esa forma. Para asegurarse de que los cambios conductuales no se deben a cambios en la motivación, el desarrollo sensorial, las fluctuaciones hormonales u otros mecanismos posibles distintos al aprendizaje, es necesario realizar experimentos en que se manipulen de manera sistemática las experiencias de aprendizaje supuestas. El experimento básico de aprendizaje compara dos grupos de sujetos (figura 1.6). El grupo experimental recibe el procedimiento de entrenamiento de interés y se mide la forma en que el procedimiento cambia la conducta. El desempeño del grupo experimental se compara con el de un grupo control que no recibe el procedimiento de entrenamiento pero que, por lo demás, recibe un trato similar. Se supone que el aprendizaje tuvo lugar si la respuesta del grupo experimental es diferente a la del grupo control. Puede usarse una lógica similar para estudiar el aprendizaje

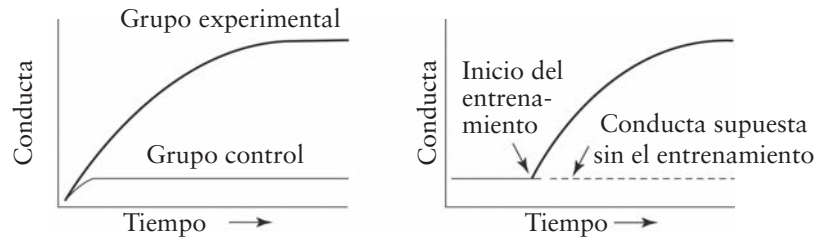


FIGURA 1.6

Dos versiones del experimento fundamental de aprendizaje. En el panel izquierdo se comparan dos grupos de individuos. El procedimiento de entrenamiento se proporciona a los participantes del grupo experimental, pero no a los del grupo control. En el panel de la derecha, se observa a un solo individuo antes y durante el entrenamiento. Se compara la conducta del individuo durante el entrenamiento con lo que suponemos que habría sido su conducta sin el entrenamiento.

en un solo individuo siempre que se tenga la certeza de que la conducta es estable en ausencia de una intervención de entrenamiento.

La perspectiva de proceso general del estudio del aprendizaje

La segunda característica metodológica que destaca en los estudios del aprendizaje es el uso de un enfoque de proceso general. Los investigadores del aprendizaje animal que adoptan ese punto de vista están siguiendo una antigua tradición de la ciencia.

Elementos de la perspectiva de proceso general

El rasgo más evidente de la naturaleza es su diversidad. Considere, por ejemplo, la espléndida variedad de minerales que existen en el mundo. Algunos son suaves, otros duros, algunos son de apariencia brillante, otros son opacos, etcétera. Las plantas y los animales también presentan formas y tamaños distintos. Las propiedades dinámicas de los objetos son diversas. Algunas cosas flotan mientras que otras caen con rapidez al suelo; algunas se mantienen inmóviles, otras permanecen en movimiento.

Al estudiar la naturaleza, uno puede enfocarse en las diferencias o tratar de ignorarlas y buscar las características en común. Científicos que van de los físicos a los químicos, de los biólogos a los psicólogos han decidido buscar los rasgos compartidos. En lugar de abrumarse por la tremenda diversidad de la naturaleza, optaron por buscar las uniformidades. Han tratado de plantear *leyes generales* que permitan organizar y explicar la diversidad de los eventos del universo. Los investigadores del aprendizaje animal han seguido esta tradición bien establecida.

Que se descubran o no leyes generales depende a menudo del nivel de análisis que se busca. La diversidad de los fenómenos que los científicos tratan de entender y organizar hace difícil plantear leyes generales al nivel de los fenómenos observados. Por ejemplo, es difícil descubrir las leyes generales que rigen las reacciones químicas mediante la simple documentación de la naturaleza de las sustancias químicas involucradas en diversas reacciones. De igual modo, es difícil explicar la diversidad de las especies en el mundo con sólo hacer una relación de los rasgos de diversos animales. En ciencia, el mayor progreso se obtiene al analizar los fenómenos a un nivel más elemental o molecular. Por ejemplo, para el siglo XIX los químicos conocían varios hechos específicos acerca de lo que sucedería al combinar diversas sustancias químicas. Sin embargo, la explicación gene-

ral de las reacciones químicas tuvo que esperar al desarrollo de la tabla periódica de elementos, la cual organizó los elementos químicos en términos de los componentes atómicos que los constituían.

Los investigadores del condicionamiento y el aprendizaje se comprometieron con la perspectiva de proceso general desde el inicio de este campo de la psicología. Se concentraron en los rasgos compartidos por varias instancias de aprendizaje y asumieron que los fenómenos del aprendizaje son producto de procesos elementales que operan de manera muy similar en diferentes situaciones de aprendizaje.

El compromiso con una perspectiva de proceso general orientó el trabajo de Pavlov sobre la neurología funcional y el condicionamiento. En el estudio del aprendizaje, dicho compromiso también se hace evidente en los escritos de los primeros psicólogos comparados. Por ejemplo, Darwin (1897) destacó los rasgos comunes en las funciones cognoscitivas entre especies: “Mi propósito... es demostrar que no existe diferencia fundamental entre el hombre y los mamíferos superiores en sus facultades mentales” (p. 66). Al inicio del siglo xx, Jacques Loeb (1900) señaló que los rasgos comunes están presentes al nivel de los procesos elementales: “Los fenómenos psíquicos... aparecen, invariablemente, como una función de un proceso elemental, a saber, la actividad de la memoria asociativa” (p. 213). Otro psicólogo de la época y experto en psicología comparativa, C. Lloyd Morgan, expresó que las leyes elementales de la asociación “son, en nuestra opinión, leyes universales” (Morgan, 1903, p. 219).

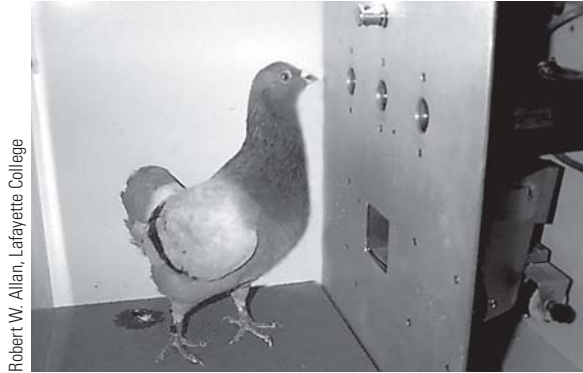
La suposición de que las leyes elementales “universales” de la asociación son responsables de los fenómenos del aprendizaje no niega la diversidad de los estímulos acerca de los que pueden aprender diferentes animales, la diversidad de respuestas que pueden aprender a realizar, y las diferencias en las tasas de aprendizaje de las especies. Se supone que la generalidad existe en las reglas o procesos del aprendizaje, no en sus contenidos ni en su velocidad. Esta idea fue expresada con claridad hace casi un siglo por Edward Thorndike, uno de los primeros psicólogos estadounidenses en estudiar el aprendizaje:

Formalmente, el cangrejo, el pez, la tortuga, el perro, el gato, el mono y el bebé tienen intelectos y caracteres muy similares. Todos son sistemas de conexiones sujetos a cambio según las leyes del ejercicio y del efecto. Las diferencias son: primero, en las conexiones concretas particulares, qué estimula al animal a responder, qué respuestas presenta, qué estímulo se conecta con qué respuesta, y segundo, en el grado de capacidad para aprender (Thorndike, 1911, p. 280).

Lo que un animal puede aprender (los estímulos, respuestas y conexiones estímulo-respuesta sobre las que aprende) varía de una especie a otra. Los animales también difieren en la rapidez con la que aprenden (el grado de capacidad para aprender). Sin embargo, Thorndike supuso que las leyes del aprendizaje son universales. Aunque ya no se comparte la opinión de Thorndike en relación a que esas leyes universales del aprendizaje son las “leyes del ejercicio y del efecto”, los científicos actuales sostienen todavía la idea de que existen leyes universales del aprendizaje. El trabajo de los psicólogos del aprendizaje consiste en descubrir dichas leyes universales. (En el capítulo 5 se verá más sobre el trabajo de Thorndike.)

Implicaciones metodológicas de la perspectiva de proceso general

Si suponemos que existen leyes universales del aprendizaje, entonces deberíamos poder descubrirlas en cualquier situación en la que ocurra el aprendizaje. Por



Robert W. Allan, Lafayette College

FIGURA 1.7

Una paloma en una caja de Skinner estándar. El ave dispone de tres discos circulares, a nivel de los ojos, donde puede picotear. El comedero localizado en la parte inferior le da acceso a la comida.

ende, una implicación metodológica importante de la perspectiva de proceso general es la posibilidad de descubrir dichas leyes universales mediante el estudio de cualquier especie o sistema de respuesta que exhiba aprendizaje. Esta implicación ha alentado a los científicos a estudiar el aprendizaje en un reducido número de situaciones experimentales. Los investigadores han coincidido en unos cuantos paradigmas experimentales estándar o convencionales. La mayor parte de los estudios del aprendizaje se realizan en uno de esos paradigmas. Por ejemplo, la figura 1.7 muestra una paloma en una caja de Skinner estándar. En los capítulos posteriores se describirán otros ejemplos de paradigmas experimentales estándar al introducir diversos fenómenos del aprendizaje.

A lo largo de los años se han perfeccionado los paradigmas experimentales convencionales, de modo que se adapten a las predisposiciones conductuales de los animales de investigación. Gracias a estas mejoras, las preparaciones experimentales convencionales permiten estudiar en el laboratorio respuestas razonablemente naturalistas (Timberlake, 1990).

Demostración de la generalidad de los fenómenos del aprendizaje

La adopción de la perspectiva de proceso general no es suficiente para demostrar la generalidad de los procesos del aprendizaje. Asumir la existencia de procesos elementales comunes del aprendizaje no es lo mismo que demostrar de manera empírica su existencia. Sigue siendo necesaria la verificación empírica directa de la existencia de los procesos comunes de aprendizaje en diversas situaciones para elaborar una explicación verdaderamente general de cómo ocurre el aprendizaje.

La evidencia disponible sugiere una considerable generalidad de los principios elementales del aprendizaje como los descritos en este texto (Papini, 2008). La mayor parte de la investigación se ha realizado con palomas, ratas, y (en un grado mucho menor) conejos y monos. Se han encontrado formas similares de aprendizaje en peces, hámsteres, gatos, perros, seres humanos, delfines y leones marinos. Además, algunos de los principios del aprendizaje observados en esas especies vertebradas también se han demostrado en *tritones* (Ellins, Cramer y Martin, 1982); *moscas de la fruta* (Cadieu, Ghadraoui y Cadieu, 2000; Davis, 1996; Holliday y Hirsch, 1986); *abejas* (Bitterman, 1988, 1996); *moluscos terrestres* (Sahley, Rudy y Gelpe-

rin, 1981; Ungless, 1998); *avispas* (Kaiser y De Jong, 1995); y diversos *moluscos marinos* (Carew, Hawkins y Kandel, 1983; Colwill, Goodrum y Martin, 1997; Farley y Alkon, 1980; Rogers, Schiller y Matzel, 1996; Susswein y Schwartz, 1983).

Si bien los ejemplos de aprendizaje en diversas especies brindan apoyo a la perspectiva del proceso general, la evidencia debe interpretarse con cautela. Con excepción del exhaustivo programa de investigación sobre el aprendizaje en abejas, realizado por Bitterman y sus colaboradores, las distintas especies invertebradas en los estudios citados han sido probadas en una variedad limitada de fenómenos de aprendizaje y no se sabe si dicho aprendizaje fue mediado por los mismos mecanismos que son responsables de casos similares de aprendizaje en las especies vertebradas.

USO DE ANIMALES NO HUMANOS EN LA INVESTIGACIÓN DEL APRENDIZAJE

Aunque los principios descritos en este libro se aplican a la gente, muchos de los experimentos revisados se realizaron con diferentes tipos de animales no humanos. Por razones teóricas y metodológicas, muchos de esos estudios se llevaron a cabo con palomas, ratas y ratones de laboratorio.

Razones del uso de animales no humanos en la investigación sobre el aprendizaje

Como se ha argumentado, para investigar los fenómenos del aprendizaje se necesitan métodos experimentales, ya que éstos permiten atribuir la adquisición de nuevas conductas a determinadas experiencias previas. El control experimental de la experiencia previa no siempre puede lograrse con el mismo grado de precisión en los estudios con participantes humanos como en los estudios con animales de laboratorio. Con éstos los científicos pueden estudiar cómo se aprenden fuertes reacciones emocionales y cómo participa el aprendizaje en la obtención de comida, la evitación del dolor o malestar, o el hallazgo de parejas sexuales potenciales. Con la gente, los investigadores están limitados a tratar de modificar las respuestas emocionales inadaptadas después que éstas fueron adquiridas. Sin embargo, incluso el desarrollo de procedimientos terapéuticos exitosos para el tratamiento de dichas respuestas inadaptadas necesitó conocer primero cómo se aprenden esas respuestas emocionales, conocimiento que requirió de estudios con animales de laboratorio.

El conocimiento de la evolución y las bases biológicas del aprendizaje tampoco pueden obtenerse sin el uso de animales no humanos en la investigación. Una de las preguntas fundamentales sobre la naturaleza humana se refiere a la evolución de la cognición y de la inteligencia. La respuesta a esta pregunta dará forma a nuestra visión de la naturaleza humana, de la misma manera como el conocimiento del sistema solar dio forma a nuestra visión del lugar que ocupa la madre Tierra en el universo. Como se ha planteado, la investigación sobre la evolución de la cognición y la inteligencia se basa en los estudios del aprendizaje en animales no humanos.

El conocimiento de las bases neurobiológicas del aprendizaje quizá no cambie nuestro punto de vista sobre la naturaleza humana, pero puede arrojar dividendos importantes en el tratamiento de los trastornos del aprendizaje y la memoria. Dicho conocimiento también depende en buena medida de la investigación con animales de laboratorio. Simplemente no es posible realizar, en seres

humanos, el tipo de investigaciones detalladas que se requieren para desentrañar la manera en que el sistema nervioso aprende y recuerda. El estudio de las bases neurobiológicas del aprendizaje requiere documentar primero la naturaleza de los procesos de aprendizaje al nivel conductual. Por consiguiente, los estudios conductuales del aprendizaje en animales son un requisito necesario para cualquier investigación de las bases biológicas del aprendizaje en animales.

Los animales de laboratorio también ofrecen importantes ventajas conceptuales sobre los seres humanos para el estudio de los procesos de aprendizaje. Esos procesos pueden ser más simples en animales criados en condiciones controladas de laboratorio que en las personas, cuyos antecedentes son más variados y menos documentados. La conducta de los animales no humanos no se ve complicada por los procesos lingüísticos que tienen un papel destacado en ciertos tipos de conducta humana. Otra ventaja importante es que la investigación con animales no humanos, no implica las características de la demanda. En la investigación con seres humanos, es necesario asegurarse de que las acciones de los participantes no están regidas por sus esfuerzos por agradar o contrariar al experimentador. No es probable que dichos factores determinen lo que ratas y palomas hacen en un experimento.

Los animales de laboratorio y la conducta normal

Algunos han sugerido que es posible que las cepas domesticadas de animales de laboratorio no arrojen información útil porque dichos animales se degeneraron como resultado de muchas generaciones de endogamia y largos periodos de cautiverio (Lockard, 1968). Sin embargo, es probable que esta idea sea errónea. En una interesante prueba, Boice (1977) tomó 10 ratas albinas (cinco machos y cinco hembras) de una estirpe de laboratorio altamente endogámica y las alojó en un patio al aire libre en Missouri sin refugio artificial. Las 10 ratas sobrevivieron el primer invierno con temperaturas de hasta -30°C . Los animales se reprodujeron normalmente y alcanzaron una población estable de alrededor de 50 miembros. Sólo tres de las ratas murieron antes de mostrar signos de vejez durante el periodo de dos años del estudio. Dadas las condiciones climáticas extremas, este nivel de sobrevivencia es notable. Más aún, la conducta de esas ratas domesticadas en el exterior fue muy similar a la conducta de las ratas salvajes observadas en circunstancias similares.

Los resultados que se describen en este libro no deberían pasarse por alto por haber realizado los experimentos con animales domesticados. De hecho, puede sugerirse que en la investigación es preferible trabajar con animales de laboratorio que con sus homólogos salvajes. Después de todo, los seres humanos viven en ambientes altamente “artificiales”. Por ende, la investigación puede resultar más relevante para la conducta humana si se lleva a cabo con animales domesticados que viven en situaciones artificiales de laboratorio. Como Boice (1973) comentara, “La rata domesticada puede ser un buen modelo del hombre domesticado” (p. 227).

Debate público acerca de la investigación con animales no humanos

Se ha debatido mucho acerca de las ventajas y las desventajas de la investigación con animales no humanos. Parte del debate se ha enfocado en el trato humanitario a los animales. Otros aspectos del debate se han centrado en lo que constituye un trato ético hacia los animales, ya que los seres humanos tienen el

derecho a beneficiarse a expensas de los animales y de las posibles alternativas a la investigación con animales no humanos.

El trato humanitario a los animales de laboratorio

La preocupación por el bienestar de los animales de laboratorio ha tenido como resultado la adopción de normas federales estrictas para su alojamiento así como para la supervisión de la investigación con animales. Algunos sostienen que esas reglas son necesarias porque, sin ellas, los científicos ignorarían el bienestar de sus sujetos en su afán por obtener datos de la investigación. No obstante, este argumento ignora el hecho de que la buena ciencia requiere un buen cuidado de los animales. Los científicos, en especial los que estudian la conducta, tienen que interesarse por el bienestar de sus sujetos de investigación. No es posible obtener información sobre el aprendizaje y la conducta normal de animales enfermos o inquietos. Los investigadores del aprendizaje animal deben asegurar el bienestar de sus sujetos si han de obtener datos científicos útiles.

Los experimentos sobre el aprendizaje en ocasiones implican incomodidad. Sin embargo, se hacen los esfuerzos necesarios para minimizar el grado de molestia. Por ejemplo, en los estudios del reforzamiento alimenticio se priva de alimento a los animales antes de cada sesión experimental para asegurar su interés por la comida. No obstante, el hambre impuesta no es más severa que la que pueden encontrar los animales hambrientos en su entorno natural y a menudo es menos severa (Poling, Nickel y Alling, 1990).

La investigación de ciertas formas de aprendizaje y conducta requiere el uso de estimulación aversiva. Algunos temas importantes, como el castigo o el aprendizaje del miedo y la ansiedad, no pueden estudiarse sin causar cierto malestar a los participantes. No obstante, incluso en esos casos, se hacen esfuerzos por mantener al mínimo la incomodidad.

¿Qué constituye un trato ético a los animales?

Aunque asegurarse de la comodidad de los animales que participan en los experimentos es lo que más conviene tanto a los animales como a la investigación, es difícil plantear principios éticos generales. No es posible identificar los derechos de los animales de la misma forma que identificamos los derechos humanos (Landsdell, 1988), y al parecer los animales tienen derechos diferentes en circunstancias distintas.

En la actualidad, se realizan esfuerzos importantes para alojar a los animales de laboratorio en condiciones que fomenten su salud y comodidad. Pero un ratón o rata de laboratorio pierde la protección que le brindan las normas federales cuando escapan del laboratorio y se albergan en las paredes del edificio (Herzog, 1988). La caza y exterminio de los roedores en los edificios es una práctica común que no ha sido tema de debate público o de una regulación federal restrictiva. Piojos, pulgas y garrapatas también son animales, pero no los toleramos en nuestro cabello o en nuestras mascotas. ¿Qué especies tienen el derecho a vivir y en qué condiciones tienen ese derecho? Esas preguntas desafían las respuestas simples.

Suponiendo que una especie merece un trato que cumpla las normas gubernamentales, ¿cuáles deberían ser esas normas? El trato apropiado de los animales de laboratorio a veces se describe como un “trato humanitario”. Pero debe tenerse cuidado de no entender ese término de manera literal. El “trato humanitario” signi-

fica tratar a alguien como se trataría a un ser humano. Es importante recordar que las ratas y otros animales de laboratorio no son seres humanos. Las ratas prefieren vivir en guaridas oscuras hechas con inmundicia que nunca limpian. En contraste, la gente prefiere vivir en habitaciones bien iluminadas y frecuentemente aseadas. Los laboratorios por lo general tienen a las ratas en cuartos bien iluminados que se limpian a menudo. No puede evitarse la pregunta de si esas normas de alojamiento fueron determinadas más por la comodidad de las personas que de las ratas.

¿Deben beneficiarse los seres humanos del uso de animales?

Parte del debate público sobre los derechos de los animales ha sido alimentado por el argumento de que los seres humanos no tienen derecho a beneficiarse a expensas de éstos; las personas no tienen derecho a *explotarlos*. Este argumento va mucho más allá de los problemas que atañen al uso de los animales en la investigación, por lo que no se analizará aquí en detalle, salvo para señalar que se usan muchos menos en la investigación que los que se usan para la alimentación, vestido y recreación (caza y pesca). Además, en un recuento exhaustivo de la explotación de los animales debe incluirse la alteración de los hábitat que ocurre cada vez que se construyen caminos, desarrollos inmobiliarios y fábricas. También deben agregarse los millones que mueren por insecticidas y otros esfuerzos de control de plagas en la agricultura.

Alternativas a la investigación con animales

La mayor conciencia de los problemas éticos implicados en el uso de animales no humanos en la investigación ha alentado la búsqueda de técnicas alternativas. Hace algunos años, Russell y Burch (1959) plantearon las “tres R” para la investigación con animales: *reemplazarlos* por otras técnicas de prueba, *reducción* del número de sujetos usados por medio de técnicas estadísticas y *refinamiento* de los procedimientos experimentales para causar menos sufrimiento. Las estrategias de reemplazo han tenido éxito en la industria cosmética y en la elaboración de ciertas vacunas y hormonas (Murkerjee, 1997). Sin embargo, como indicaron Gallup y Suarez (1985), la buena investigación sobre los procesos de aprendizaje no puede llevarse a cabo sin experimentos en organismos vivos, sean animales o seres humanos. Algunas alternativas propuestas son las siguientes.

1. *Técnicas de observación.* Como se analizó antes, los procesos de aprendizaje no pueden investigarse por medio de técnicas de observación discretas. En los estudios del aprendizaje se requiere la manipulación experimental de la experiencia previa. Por ende, las observaciones de campo de animales no molestados no pueden arrojar información sobre los mecanismos del aprendizaje.
2. *Plantas.* El aprendizaje no puede investigarse en las plantas porque éstas carecen de sistema nervioso, que se requiere para aprender.
3. *Cultivo de tejidos.* Aunque los cultivos de tejidos pueden revelar la operación de procesos celulares, la forma en que esos procesos celulares operan en un organismo intacto sólo puede descubrirse mediante el estudio del organismo intacto. Además, la búsqueda de los mecanismos celulares del aprendizaje requiere que primero se describa al aprendizaje a nivel conductual.
4. *Simulaciones por computadora.* Escribir un programa de cómputo para simular un fenómeno natural requiere un conocimiento profundo de dicho fenómeno. En el caso del aprendizaje, antes de poder crear una simulación

por computadora exitosa, los programadores deberían contar con información precisa y detallada sobre la naturaleza de los fenómenos del aprendizaje y los mecanismos y factores que lo determinan. La ausencia de dicho conocimiento hace necesaria la investigación experimental con organismos vivos.

Por consiguiente, la investigación experimental con organismos vivos es un requisito para las simulaciones por computadora eficaces. Por ese motivo, las simulaciones por computadora no pueden usarse en lugar de la investigación experimental. Las simulaciones por computadora cumplen muchas funciones útiles en la ciencia. Son eficaces para mostrarnos las implicaciones de las observaciones experimentales que ya fueron obtenidas, o para mostrar las implicaciones de varias suposiciones teóricas. Pueden ayudar a identificar las brechas en el conocimiento y sugerir importantes líneas de investigación futura. Sin embargo, no pueden usarse para generar hechos antes desconocidos sobre la conducta. Eso sólo puede hacerse mediante el estudio de organismos vivos.

En un apartado anterior de este capítulo se describió una simulación por computadora para medir la resistencia al viento de varios diseños de automóviles. ¿Por qué es posible construir un programa por computadora para estudiar la resistencia al viento, pero no para estudiar los procesos del aprendizaje? La diferencia esencial es que conocemos mucho más sobre la resistencia al viento de lo que conocemos sobre el aprendizaje. La resistencia al viento es determinada por las leyes de la mecánica, leyes que han sido exploradas a fondo desde la época de Isaac Newton. En los años recientes se ha concedido gran atención a la aplicación de esas leyes a la resistencia al viento a medida que la aerodinámica se ha convertido en un factor importante en el diseño de automóviles.

El diseño de automóviles con baja resistencia al viento es una tarea de ingeniería. Implica la aplicación del conocimiento existente en lugar del descubrimiento de nuevos conocimientos y principios. La investigación del aprendizaje animal implica el descubrimiento de nuevos hechos y nuevos principios. Es ciencia, no ingeniería. Como señalaron Conn y Parker (1998), “Los científicos dependen de las computadoras para procesar los datos que ya poseen, pero no pueden usarlas para explorar lo que desconocen en la búsqueda de nueva información”.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa cómo contribuyeron los desarrollos históricos del estudio de la mente al estudio contemporáneo del aprendizaje.
2. Describa la noción cartesiana del reflejo y la forma en que dicho concepto ha cambiado desde entonces.
3. Describa las razones para usar modelos animales en el estudio de la conducta humana.
4. Explique la definición del aprendizaje y la manera en que se distingue al aprendizaje de otras formas de cambio conductual.
5. Especifique por qué el aprendizaje sólo puede estudiarse mediante el uso de métodos experimentales.
6. Defina varias alternativas al uso de animales en la investigación y sus ventajas y desventajas.

TÉRMINOS CLAVE

- aprendizaje** Cambio duradero en los mecanismos de la conducta que involucran estímulos y/o respuestas específicos que resultan de la experiencia previa con estímulos y respuestas similares.
- aprendizaje declarativo o episódico** Aprendizaje acerca de un evento o hecho específico, que por lo general es accesible a la conciencia.
- aprendizaje procedimental** Aprender las formas de hacer las cosas en lugar de aprender sobre eventos específicos. El aprendizaje procedimental por lo general no es regido por procesos controlados por la conciencia.
- asociación** Conexión o vínculo entre las representaciones de dos eventos (dos estímulos o un estímulo y una respuesta) de modo que la presentación de uno de los eventos activa la representación del otro.
- desempeño** Las actividades de un organismo en un momento particular.
- dualismo** Perspectiva de la conducta según la cual, las acciones pueden separarse en dos categorías: la conducta voluntaria controlada por la mente, y la conducta involuntaria controlada por mecanismos reflejos.
- empirismo** Filosofía según la cual todas las ideas de la mente surgen de la experiencia.
- fatiga** Disminución temporal en la conducta ocasionada por el uso repetido o excesivo de los músculos involucrados en la conducta.
- hedonismo** Filosofía propuesta por Hobbes, según la cual, las acciones de los organismos están determinadas por completo por la búsqueda del placer y la evitación del dolor.
- innatismo** Filosofía según la cual los seres humanos nacen con ideas innatas.
- maduración** Cambio en la conducta causado por el desarrollo físico o fisiológico del organismo en ausencia de la experiencia con eventos ambientales particulares.
- nervismo** Postura filosófica adoptada por Pavlov según la cual todos los procesos conductuales y fisiológicos son regulados por el sistema nervioso.
- reflejo** Mecanismo que permite que un evento ambiental específico provoque una respuesta específica.
- sílaba sin sentido** Combinación de tres letras (dos consonantes separadas por una vocal) que no tiene significado.

Conducta provocada, habituación y sensibilización

La naturaleza de la conducta provocada

El concepto de reflejo
 Patrones de acción modal
 Estímulos provocadores de los patrones de acción modal (PAM)
 La organización secuencial de la conducta

Efectos de la estimulación repetida

Salivación y valoración hedónica del sabor en seres humanos
 Atención visual en bebés humanos
 La respuesta de sobresalto
 Sensibilización y la modulación de la conducta provocada
 Adaptabilidad y generalidad de la habituación y sensibilización
 Distinción entre habituación, adaptación sensorial y fatiga de la respuesta

La teoría del proceso dual

de la habituación y la sensibilización

Aplicaciones de la teoría del proceso dual
 Implicaciones de la teoría del proceso dual

Extensiones a las emociones y la conducta motivada

Reacciones emocionales y sus secuelas
 La teoría motivacional del proceso oponente

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

En el capítulo 2 se inicia la revisión de los principios contemporáneos del aprendizaje y la conducta con una descripción de la investigación actual sobre la conducta provocada (la conducta que ocurre en respuesta a estímulos ambientales específicos). Varias de las cosas que hacemos son provocadas por estímulos diferenciados, y en éstas están incluidas algunas de las formas de conducta más investigadas. Las respuestas provocadas varían desde los reflejos simples hasta las secuencias más complejas de conducta, las respuestas emocionales y la conducta dirigida a metas. Un caso interesante es que las respuestas reflejas simples pueden estar comprometidas en la coordinación de interacciones sociales intrincadas. Las respuestas provocadas también participan en dos de las formas básicas y comunes de cambio conductual: la habituación y la sensibilización. Es importante entender dichos procesos por su participación potencial en todos los procedimientos de aprendizaje. Además de modular respuestas provocadas simples como la respuesta de parpadeo, también están involucradas en la regulación de emociones complejas y de la conducta motivada como la dependencia a las drogas.

¿La conducta es totalmente flexible o está sujeta a restricciones impuestas por la historia genética del organismo? Se trata de una antigua pregunta que ha adoptado distintas formas en el curso de la historia intelectual. Una de esas formas fue el debate (descrito en el capítulo 1) entre la postura innatista de René Descartes y el empirismo de John Locke. Mientras Locke apoyaba la idea de que la experiencia y el aprendizaje pueden moldear la conducta fácilmente en cualquier dirección, Descartes creía en los contenidos innatos de la mente, lo cual, en los términos actuales, sugiere que el impacto del aprendizaje está restringido por tendencias preexistentes de la conducta. El debate entre innatismo y empirismo sigue vigente (Pinker, 2002). El consenso que surge de la neurociencia conductual moderna es que los innatistas estaban más cerca de la verdad que los empiristas. La conducta no es del todo flexible para moverla en cualquier dirección en que pueda empujarla un entrenador. Los organismos nacen más bien con sistemas y tendencias conductuales preexistentes que establecen límites a la forma en que ocurre el aprendizaje y el impacto que puede tener.

La posición innatista sobre el aprendizaje fue descrita con elegancia en una analogía ofrecida por Rachlin (1976), quien comparó al aprendizaje con esculpir una estatua de madera. El escultor empieza con un trozo de madera que se parece poco a una estatua. A medida que avanza, el trozo de madera se parece cada vez más al producto final; sin embargo, el proceso tiene sus limitaciones, ya que el escultor debe tener en cuenta la dirección y densidad de las vetas y nudos de la madera. El tallado en madera tiene más éxito si es armónico con la estructura preexistente de la madera. De igual modo, el aprendizaje tiene más éxito si toma en consideración las estructuras conductuales preexistentes del organismo. Este capítulo describe las estructuras preexistentes más destacadas.

LA NATURALEZA DE LA CONDUCTA PROVOCADA

Todos los animales, sean paramecios unicelulares o seres humanos complejos, reaccionan a los acontecimientos de su entorno. Si algo se mueve en la periferia de su visión, es probable que gire la cabeza en esa dirección. Una partícula de comida en la boca produce salivación. La exposición a una luz brillante ocasiona que las pupilas se contraigan. Tocar una superficie caliente ocasiona una rápida respuesta de retirada. La irritación de las vías respiratorias provoca tos y estornudos. Esos y otros ejemplos similares ilustran que buena parte de la conducta ocurre en respuesta a estímulos, es decir, es provocada.

La conducta provocada ha sido tema de investigaciones exhaustivas. Algunos de los capítulos de este libro tienen que ver, de una u otra forma, con respuestas a los estímulos. Empecemos nuestro análisis de la conducta provocada con la descripción de su forma más simple, la conducta refleja.

El concepto de reflejo

Un ligero soplo de aire dirigido a la córnea provoca parpadeo. Un golpe pequeño justo debajo de la rodilla provoca la extensión de la pierna. Un ruido fuerte produce un sobresalto. Todos esos casos son ejemplos de reflejos. Un reflejo involucra dos eventos cercanamente relacionados: un *estímulo provocador* y una *respuesta correspondiente*, los cuales están, además, conectados. La presentación del estímulo es seguida por la respuesta y es raro que ésta ocurra en ausencia del estímulo. Por ejemplo, el polvo en los conductos nasales provoca estornudos, que no ocurren en ausencia de la irritación nasal.

La especificidad de la relación entre un estímulo y su respuesta refleja acompañante es una consecuencia de la organización del sistema nervioso. Como se ilustra en la figura 2.1, en los vertebrados (incluyendo a los seres humanos) los reflejos simples por lo general son mediados por tres neuronas. El estímulo

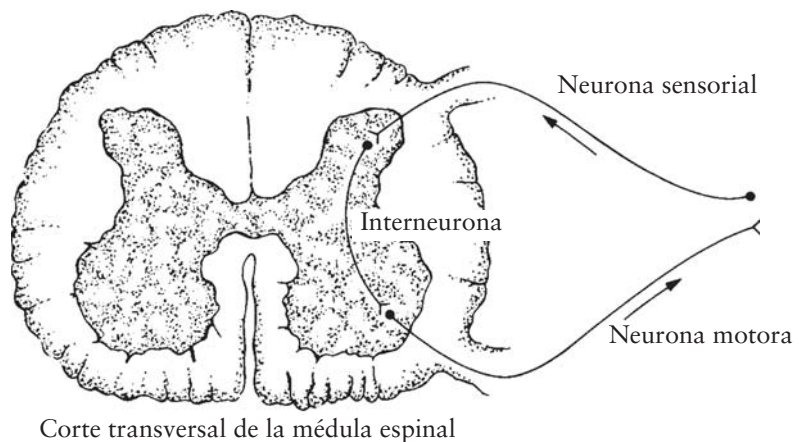


FIGURA 2.1

Organización neural de los reflejos simples. El estímulo ambiental del reflejo activa una neurona sensorial, la cual transmite el mensaje sensorial a la médula espinal. De este punto, los impulsos neurales son transmitidos a una interneurona que a su vez pasa los impulsos a la neurona motora. La neurona motora activa los músculos implicados en el movimiento.

lo ambiental de un reflejo activa una **neurona sensorial** (llamada también **neurona aferente**) que transmite el mensaje sensorial a la médula espinal. De aquí, los impulsos neurales son transmitidos a la **neurona motora** (llamada también **neurona eferente**) que activa los músculos involucrados en la respuesta refleja. Sin embargo, no es común que las neuronas sensorial y motora se comuniquen de manera directa; más bien, los impulsos de una hacia la otra son transmitidos al menos por una **interneurona**. Los circuitos neurales aseguran que determinadas neuronas sensoriales se conecten con el conjunto correspondiente de neuronas motoras. Debido a este “cableado” restringido, una respuesta refleja particular sólo es provocada por un conjunto limitado de estímulos. La neurona aferente, la interneurona y la neurona eferente forman, en conjunto, el **arco reflejo**.

En los vertebrados, el arco reflejo representa el menor número de conexiones neuronales que se necesitan para la acción refleja, aunque en la provocación de los reflejos también pueden participar otras estructuras neuronales. Por ejemplo, los mensajes sensoriales pueden transmitirse al cerebro, el cual puede a su vez modificar la reacción refleja de distintas formas. Más adelante examinaremos esos efectos. Por ahora, basta con recordar que incluso la presentación de los reflejos simples puede ser influida por la actividad del sistema nervioso superior.

La mayoría de los reflejos contribuyen al bienestar del organismo de manera obvia. Por ejemplo, en muchos animales la estimulación dolorosa de una extremidad ocasiona la retirada o flexión de esa extremidad, así como la extensión de la extremidad opuesta (Hart, 1973). Por ejemplo, si un perro se golpea un dedo de la pata al caminar, automáticamente retira esa pata y al mismo tiempo extiende la pata opuesta. Esta combinación de respuestas aleja la primera pata de la fuente de dolor a la vez que permite que mantenga el equilibrio.

Los reflejos constituyen buena parte del repertorio conductual de los niños recién nacidos. Si toca con el dedo la mejilla del bebé, éste girará la cabeza de manera refleja en esa dirección hasta atrapar el dedo con la boca. Es probable que el reflejo de girar la cabeza haya evolucionado para facilitar el hallazgo del

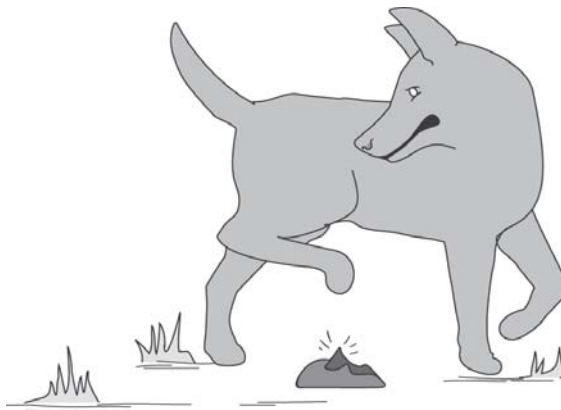


FIGURA 2.2

¿Cómo mantienen los perros el equilibrio? La estimulación dolorosa de la pata ocasiona que el perro retire (flexione) esa pata y extienda la pata opuesta. (Tomado de “Reflexive Behavior” de B. L. Hart en G. Bermant [editor], 1973, *Perspectives in Animal Behavior*. Derechos reservados © 1973 por Scott, Foresman. Reproducido con autorización.)

pezón. La sensación de un objeto en la boca ocasiona la succión refleja. Entre mayor sea el parecido del objeto con el pezón, con más vigor succionará el bebé.

Otro reflejo importante, el *reflejo de oclusión respiratoria*, es estimulado por una reducción del flujo de aire que llega al bebé, lo cual puede ocurrir si su rostro es cubierto por alguna prenda o si se acumula mucosidad en las vías nasales. La primera reacción del bebé en respuesta a la reducción del flujo de aire es retirar la cabeza. Si con esto no logra quitar el estímulo provocador, moverá las manos como si se limpiara la cara. Si tampoco así logra eliminar el estímulo provocador, empezará a llorar. El llanto involucra una vigorosa expulsión de aire, lo cual puede ser suficiente para eliminar cualquier cosa que obstruya las vías aéreas.

El reflejo de oclusión respiratoria es obviamente esencial para sobrevivir. Si el bebé no recibe suficiente aire, corre el riesgo de asfixiarse. Sin embargo, surge un problema cuando se desencadena dicho reflejo al ser amamantado. Durante la lactancia el niño sólo puede recibir aire por la nariz. El reflejo de oclusión respiratoria puede dispararse si la madre lo acerca demasiado al pecho de modo que éste le tape las fosas nasales. Para alejarse del pezón el niño tratará de retirar la cabeza, de mover las manos como si se limpiara la cara y tal vez empieza a llorar. El éxito de la lactancia requiere un poco de experiencia. La madre y el bebé deben ajustar sus posturas de modo que la alimentación pueda progresar sin estimular el reflejo de oclusión respiratoria (Gunther, 1961). (Véase la figura 2.3.)

Un hecho interesante es que el éxito de la lactancia no sólo consta de respuestas de parte del bebé, sino también de la madre. La disponibilidad de leche en el seno es determinada por el reflejo de bajada de la leche. En las primeras etapas de la lactancia, este reflejo se desencadena por la conducta de succión del bebé. Sin embargo, luego de una extensa experiencia con la lactancia, el reflejo también puede ser estimulado por señales que predicen confiablemente la succión del bebé, como la hora del día o el llanto del niño cuando tiene hambre.



Cortesía de Allen Zak

FIGURA 2.3

La succión en los infantes. La succión es uno de los reflejos más importantes en los bebés.

Por consiguiente, la lactancia correcta implica una coordinación exitosa de la actividad refleja por parte del infante y de la madre.

Patrones de acción modal

Las respuestas reflejas simples, como la contracción pupilar ante una luz brillante y las reacciones de sobresalto ante un ruido fuerte, son comunes en muchas especies. En contraste, otras formas de conducta provocada ocurren en una sola especie o en un pequeño grupo de especies relacionadas. Por ejemplo, succionar en respuesta a un objeto colocado en la boca es una característica de los infantes mamíferos. Los polluelos de las gaviotas plateadas dependen igualmente de los padres para su alimentación, pero su conducta de alimentación es diferente. Cuando uno de los padres regresa al nido de un viaje de forrajeo, los polluelos le picotean en la punta del pico (figura 2.4) lo cual ocasiona que el adulto regurgite. A medida que siguen picoteando, se las arreglan para obtener la comida regurgitada por el progenitor, lo cual les proporciona su alimento.

Las secuencias de respuesta (como las involucradas en la alimentación de las crías) que son típicas de una especie particular se conocen como **patrones de acción modal (PAM)** (Baerends, 1988). Se han identificado PAM típicos de la especie en muchos aspectos de la conducta animal, como la conducta sexual, la defensa territorial, la agresión y la captura de la presa. Por ejemplo, las palomas torcazas empiezan su conducta sexual con una interacción de cortejo que culmina en la selección de un sitio para el nido y la cooperación del macho y la hembra en la construcción del mismo. En contraste, en el pez espinoso, una especie de peces pequeños, el macho establece primero el territorio y construye un nido. Las hembras que entran al territorio después que se construyó el nido son cortejadas e inducidas a depositar ahí sus huevos. Una vez que la hembra depositó sus huevos, es ahuyentada por el macho quien se queda al cuidado y defensa de los mismos hasta la eclosión de las crías.

Una característica importante de los patrones de acción modal es que varía el umbral para provocar dichas actividades (Camhi, 1984; Baerends, 1988). El mismo estímulo puede tener efectos muy diferentes dependiendo del estado fisiológico del animal y de sus acciones recientes. Por ejemplo, un macho espinoso no cortejará a

Cortesía de G. P. Baerends



G. P. Baerends

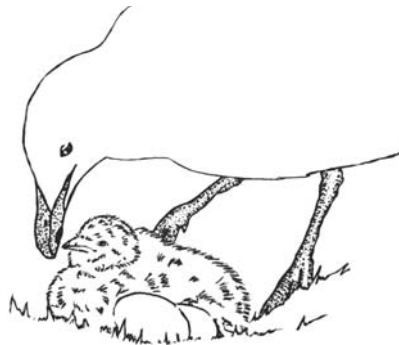


FIGURA 2.4

Alimentación de los polluelos de las gaviotas plateadas. Los polluelos picotean un punto rojo en la punta del pico del progenitor, ocasionando que éste regurgite comida para ellos.

una hembra que está lista para depositar sus huevos hasta que haya terminado de construir el nido. Además, una vez que la hembra depositó los huevos, el macho la ahuyentará en lugar de cortejarla como hizo antes. Asimismo, esas respuestas sexuales y territoriales sólo ocurrirán cuando ciertas señales ambientales provoquen cambios fisiológicos que son característicos de la temporada de apareamiento.

Los patrones de acción modal fueron identificados en principio por los etólogos, científicos interesados en el estudio de la evolución de la conducta. Los primeros etólogos, como Lorenz y Tinbergen, se referían a los patrones de acción específicos de la especie como *patrones de acción fija* para destacar el hecho de que las actividades ocurrieran de la misma forma en todos los miembros de la especie. Sin embargo, observaciones detalladas posteriores indicaron que los patrones de acción no se realizan cada vez de la misma forma exacta. No son estrictamente “fijos” y debido a esa variabilidad se prefiere ahora el término *patrón de acción modal* (Baerends, 1988).

Estímulos provocadores de los patrones de acción modal (PAM)

En el caso de los reflejos simples, como la respuesta de sobresalto ante un ruido fuerte, es muy sencillo identificar el estímulo provocador. En el caso del PAM resulta más difícil aislar al estímulo responsable si la respuesta ocurre en el curso de interacciones sociales complejas. Por ejemplo, consideremos de nuevo la alimentación del polluelo de la gaviota plateada. Para obtener comida, el polluelo tiene que picotear el pico del progenitor para estimular que éste regurgite. Pero, ¿exactamente qué estimula la respuesta de picoteo del polluelo?

El picoteo de los polluelos puede ser provocado por el color, la forma o el tamaño del pico del progenitor, los ruidos que éste hace, los movimientos de cabeza o algún otro estímulo. Para identificar cuál de esos estímulos provoca el picoteo, Tinbergen y Perdeck (1950) probaron a los polluelos con diversos modelos artificiales en lugar de las gaviotas adultas vivas. A partir de esta investigación, concluyeron que un modelo debía presentar varias características para provocar con fuerza el picoteo. Tenía que ser un objeto largo, delgado y en movimiento que apuntara hacia abajo y que tuviera un punto rojo cerca de la punta. Esos experimentos sugieren que para provocar el picoteo de los polluelos no se requiere el color amarillo del pico del adulto, la forma y coloración de su cabeza, ni los ruidos que emite. Las características específicas que se encontraron y que eran necesarias para provocar la conducta de picoteo se denominan, en conjunto, **estímulo signo** o **estímulo liberador** de dicha conducta. Una vez que se ha identificado un estímulo signo, puede exagerarse para provocar una respuesta especialmente vigorosa. A ese estímulo signo exagerado se le llama **estímulo supranormal**.

Aunque los estímulos signo fueron identificados originalmente en estudios con animales no humanos, también desempeñan un papel significativo en el control de la conducta humana. Es común que después de un desastre importante aparezcan trastornos de estrés postraumático (TEPT), temor y ansiedad asociados al trauma. Para comprender mejor estos trastornos se necesita saber cómo reacciona la gente al peligro y cómo aprende de esas experiencias (Kirmayer, Lemelson y Barad, 2007).

Responder de manera eficiente al peligro ha sido crucial en la historia evolutiva de todos los animales, incluyendo los humanos. Los individuos que no respondieron de manera adecuada al peligro sucumbieron al ataque y no transmitieron sus genes a las generaciones futuras.

Por consiguiente, los eventos traumáticos han llegado a provocar mayores patrones de acción modal defensiva. Los vestigios de la historia evolutiva se hacen evidentes en estudios de laboratorio que demuestran que niños y adultos detectan, con mayor rapidez, serpientes que flores, ranas u otros estímulos que no constituyen una amenaza (LoBue y DeLoache, 2008). Los primeros componentes del patrón de acción defensiva incluyen el reflejo de parpadeo y la respuesta de sobresalto. Debido a su importancia para la conducta defensiva, estudiaremos esos reflejos más adelante, tanto en este capítulo como en otros posteriores.

Los estímulos signo y los estímulos supranormales tienen una función importante en la conducta social y sexual. La cópula implica una secuencia compleja de respuestas motoras que tienen que coordinarse de manera intrincada con la conducta de la pareja sexual. Los patrones de acción modal involucrados en la excitación sexual y la cópula son provocados por estímulos signo visuales, olfativos, táctiles y de otros tipos, los cuales varían entre las distintas especies. Los estímulos visuales, táctiles y olfativos son importantes en las interacciones humanas sociales y sexuales. Las industrias de los cosméticos y los perfumes tienen éxito porque aprovechan y realzan los estímulos signo que provocan la atracción social y la afiliación en los seres humanos. Las mujeres no se aplican colorete en los oídos sino en los labios porque sólo el colorete en los labios acentúa el estímulo signo natural para la atracción social humana. La cirugía plástica para aumentar los senos y los labios también es eficaz porque destaca estímulos signos naturales para la conducta social humana.

Los estudios del aprendizaje que se describirán en este libro se basan sobre todo en los patrones de acción modal involucrados en conductas como comer, beber, sexo y defensa.

La organización secuencial de la conducta

Las respuestas no ocurren aisladas unas de otras. Más bien, las acciones individuales se organizan en secuencias de conducta funcionalmente eficaces. Por ejemplo, para obtener comida, una ardilla tiene que buscar primero fuentes potenciales de alimento, como un nogal con nueces. Luego debe trepar al árbol y alcanzar una de las nueces. Después de obtenerla, tiene que romper la cáscara, extraer el alimento, masticarlo y tragarlo. Toda conducta motivada, ya sea buscar comida, encontrar

RECUADRO 2.1

El aprendizaje del instinto

Dado que los patrones de acción modal ocurren de manera similar entre los miembros de una especie determinada, incluyen actividades que se describen informalmente como *instintivas*. Se considera que la conducta instintiva refleja ante todo la historia genética de un individuo, lo que da lugar a la impresión de que los patrones de acción modal no son el producto del aprendizaje y la

experiencia. Sin embargo, el hecho de que todos los miembros de una especie presenten formas similares de conducta no necesariamente significa que ésta no se aprendió por medio de la experiencia. Como reconoció Tinbergen (1951) hace muchos años, la conducta similar por parte de todos los miembros de una especie puede reflejar experiencias similares de aprendizaje. En una expresión más

reciente de esta opinión, Baerends (1988) escribió que “los procesos de aprendizaje en muchas variaciones son herramientas, por así decirlo, que pueden utilizarse en la construcción de algunos segmentos de la organización de conductas específicas de la especie” (p. 801). De este modo, el aprendizaje puede estar implicado en lo que solemos llamar conductas *instintivas* (Domjan, 2005; Hailman, 1967).

una pareja potencial, defender un territorio o alimentar a las crías, implica secuencias de acción organizadas de manera sistemática. Los etólogos llamaron **conducta apetitiva** a los primeros componentes de una secuencia conductual y **conducta consumatoria** a los componentes finales (Craig, 1918). Se pretendía que el término *consumatorio* transmitiera la idea de la *consumación* o *finalización* de una secuencia de respuestas típica de la especie. En contraste, las respuestas apetitivas ocurren al inicio de la secuencia conductual y permiten poner al organismo en contacto con los estímulos que liberarán la conducta consumatoria.

Masticar y tragar son respuestas que finalizan las actividades implicadas en la búsqueda de comida. Golpear y morder a un oponente son acciones que consuman la conducta defensiva. Las respuestas de la cópula permiten concluir la secuencia de conducta sexual. En general, las respuestas consumatorias son conductas típicas de la especie altamente estereotipadas que son provocadas o liberadas por estímulos específicos. En contraste, las conductas apetitivas son menos estereotipadas y pueden adoptar diferentes formas dependiendo de la situación (Tinbergen, 1951). Por ejemplo, para llegar a un nogal, una ardilla puede subir por un lado u otro o saltar desde un árbol vecino. Todas esas son respuestas apetitivas posibles que conducen a comer la nuez. Sin embargo, una vez que la ardilla está lista para llevarse la nuez a la boca, las respuestas de masticación y deglución que emite son bastante estereotipadas.

Como resulta evidente a partir de la diversidad de cocinas étnicas, la gente de diferentes culturas posee muchas formas distintas de preparar la comida (conducta apetitiva), pero todos mastican y tragan de la misma forma (conducta consumatoria). Las acciones que se consideran groseras o amenazantes (respuestas apetitivas defensivas) también difieren de una cultura a otra; pero la gente se pega y se lastima (conducta consumatoria defensiva) de manera muy parecida independientemente de la cultura. Las respuestas consumatorias suelen ser patrones de acción modal típicos de la especie. En contraste, las conductas apetitivas son más variables y más propensas a ser moldeadas por el aprendizaje.

La organización secuencial de la conducta que ocurre de forma natural reviste gran importancia para los científicos interesados en comprender cómo es modificada la conducta por el aprendizaje toda vez que los efectos del aprendizaje dependen a menudo de qué componente de la secuencia conductual esté siendo modificado. Como se describe en capítulos posteriores, los resultados del condicionamiento pavloviano y el instrumental dependen de la forma en que esos procedimientos de aprendizaje modifiquen la secuencia natural de la conducta de un organismo. Los teóricos del aprendizaje cada vez están más conscientes de la importancia de considerar las secuencias conductuales naturales y han ampliado la distinción entre conducta apetitiva y consumatoria propuesta por los primeros etólogos (Domjan, 1997; Fanselow, 1997; Timberlake, 1994, 2001).

Por ejemplo, al examinar la forma en que los animales obtienen comida, ahora es común considerar que la secuencia de respuestas de forrajeo empieza con un **modo de búsqueda general**, seguido por un **modo de búsqueda focalizada** para terminar con un **modo de manipulación e ingestión de la comida**. De este modo, en la teoría moderna del aprendizaje, la categoría de respuestas apetitivas se subdividió en las categorías de búsqueda general y búsqueda focalizada (Timberlake, 2001). Las respuestas de búsqueda general ocurren cuando el sujeto no sabe todavía dónde buscar la comida. Antes de que una ardilla haya identificado un nogal, se despla-

zará en búsqueda de fuentes potenciales de alimento. Las respuestas de búsqueda general no muestran localización espacial. No obstante, una vez que la ardilla haya encontrado un nogal, cambiará al modo de búsqueda focalizada y empezará a buscar nueces sólo en ese árbol. De este modo, la conducta de búsqueda focalizada se caracteriza por una considerable especificidad espacial. La conducta de búsqueda focalizada conduce a la manipulación e ingestión de la comida (conducta consumatoria) una vez que se ha obtenido la nuez.

EFFECTOS DE LA ESTIMULACIÓN REPETIDA

Es común suponer que una respuesta provocada, en particular una respuesta refleja simple, ocurrirá automáticamente igual cada vez que se presente el estímulo que la provoca. Eso es exactamente lo que pensaba Descartes. En su opinión, la conducta refleja carece de inteligencia en el sentido de que es automática e invariable. Según el mecanismo reflejo que propuso, cada presentación del estímulo provocador producirá la misma reacción refleja porque la energía del estímulo se transfiere a la respuesta motora por medio de una conexión física directa. Si la conducta provocada ocurriese cada vez de la misma forma, sería de poco interés, en particular para los investigadores del aprendizaje.

Contrario a las opiniones de Descartes, la conducta provocada no es invariable. De hecho, una de las características más impresionantes de la conducta provocada es su plasticidad. Ni siquiera las respuestas provocadas simples ocurren de la misma manera en cada ocasión. Es común que ocurran alteraciones en su naturaleza como resultado de la presentación repetida del estímulo provocador. Los siguientes ejemplos ilustran esos resultados.

Salivación y valoración hedónica del sabor en seres humanos

El sabor de la comida produce salivación como respuesta refleja. Esto ocurre en la gente con la misma facilidad que con los perros de Pavlov. En un estudio se midió la salivación en ocho mujeres en respuesta al sabor del jugo de limón o de lima (Epstein, Rodefer, Wisniewski y Caggiula, 1992). En cada uno de 10 ensayos se colocó una pequeña cantidad de uno de los sabores (.03 ml) en la lengua de la participante, a quien se le pidió que calificara cuánto le agradaba el sabor en cada ensayo, midiendo además la salivación en cada presentación del sabor. Los resultados se resumen en la figura 2.5.

La salivación en respuesta al sabor aumentó ligeramente del ensayo uno al ensayo dos, pero disminuyó sistemáticamente entre el ensayo dos y el ensayo 10. Se observó una disminución similar en las valoraciones hedónicas del sabor. Consecuentemente, a medida que el estímulo gustativo se repetía 10 veces perdía eficacia para provocar tanto la salivación como las respuestas hedónicas. En el ensayo 11 se cambió el sabor (a lima para las que habían sido expuestas al limón, y a limón para las expuestas previamente a la lima). Esto produjo una notable recuperación del reflejo salival y la valoración hedónica. (En Epstein *et al.*, 2003, puede encontrar resultados similares en un estudio con niños.)

Los resultados presentados en la figura 2.5 son relativamente simples, pero nos dicen varias cosas importantes acerca de la plasticidad de la conducta provocada. Lo primero, y más evidente, es que nos dicen que la conducta provocada

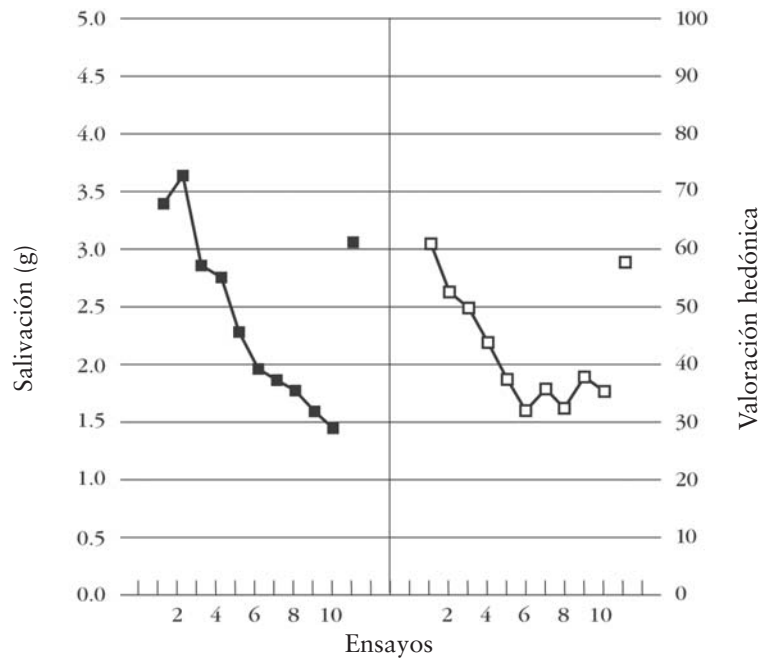


FIGURA 2.5

Salivación y valoraciones hedónicas en respuesta a un estímulo gustativo (lima o limón) presentado de manera repetida a mujeres en los ensayos 1-10. El sabor alternativo se presentó en el ensayo 11 ocasionando una recuperación considerable de la respuesta (según Epstein, Rodefer, Wisniewski y Caggiula, 1992).

no se mantiene invariable a lo largo de las repeticiones del estímulo provocador. Tanto la salivación como las valoraciones hedónicas disminuyeron al repetirse los ensayos. En el caso de la salivación, la disminución final de la respuesta fue precedida por un breve incremento entre el ensayo uno y el ensayo dos. La disminución en la respuesta que ocurre con la presentación repetida de un estímulo se conoce como **efecto de habituación**. La habituación es una característica importante de la conducta provocada que se hace evidente prácticamente en todas las especies y situaciones (Beck y Rankin, 1997).

Otra característica importante de los resultados presentados en la figura 2.5 es que la disminución de la respuesta fue específica al estímulo habituado. Las mujeres habituadas al sabor del limón mostraron una respuesta robustecida cuando se les probó con el sabor de la lima al final del experimento (y a la inversa). Por consiguiente, la habituación fue específica al estímulo.

La especificidad al estímulo de la habituación nos indica que las participantes en este experimento podían distinguir entre limón y lima. Podría parecer que este hallazgo no es impresionante ya que bien podríamos haberles pedido que nos dijeran si podían distinguir entre ambos sabores. Sin embargo, la especificidad al estímulo de la habituación proporciona un importante examen conductual con individuos, como los bebés, que no pueden hablar.

Aunque éste fue un experimento bastante simple, tuvo implicaciones importantes para la forma en que preparamos los alimentos. Los chefs que esperan cobrar precios elevados por una cena gourmet no pueden permitir que los comensales se aburran con lo que comen luego de 10 bocados, como sucedió en

este experimento. ¿Cómo puede entonces evitarse ese efecto de habituación? La solución consiste en preparar y presentar la comida de forma tal que cada bocado proporcione un sabor diferente. Los ingredientes de un platillo no deben mezclarse en una masa homogénea. Deben mantenerse separados ingredientes distintos para evitar que los bocados sucesivos tengan el mismo sabor.

Por otro lado, si la meta es reducir el consumo (como en un programa de pérdida de peso), debería desalentarse la variación en los sabores. Es difícil resistirse a regresar a la mesa de un buffet debido a la variedad de sabores que ofrece, pero es fácil rechazar una segunda porción de puré de papa si la segunda sabe igual que la primera. (Para un estudio de la relación entre habituación al sabor y obesidad, véase Epstein *et al.*, 2008.)

Otra variable importante que influye en la tasa de la habituación al sabor es la atención al estímulo gustativo. En un estudio fascinante, se probó la habituación de niños a un estímulo gustativo mientras trabajaban en un problema que requería de gran atención. En otra condición, no se presentó una tarea distractora o la tarea era tan sencilla que no requería mucha atención. Lo interesante es que si la atención de los niños se desviaba de las presentaciones gustativas su habituación al sabor era mucho menor (Epstein *et al.*, 2005). Éste es un hallazgo importante, pues nos permite entender por qué la comida sabe mejor y por qué la gente come más cuando cena con amigos o mientras ve televisión. Al dirigir la atención a señales no alimenticias se impide que la comida pierda su sabor por medio de la habituación.

Atención visual en bebés humanos

Los bebés deben aprender mucho acerca del mundo, y una forma en que obtienen información es mirando las cosas. Las señales visuales provocan una respuesta de observación, la cual puede ser medida por el tiempo que el bebé mantiene los ojos en un objeto antes de cambiar la mirada a otra parte (figura 2.6).

En un estudio de atención visual (Bashinski, Werner y Rudy, 1985; véase también Kaplan, Werner y Rudy, 1990), bebés de cuatro meses de edad fueron asignados a uno de dos grupos, cada uno de los cuales fue probado con un estímulo visual diferente. Los estímulos se muestran en el panel derecho de la figura 2.7.

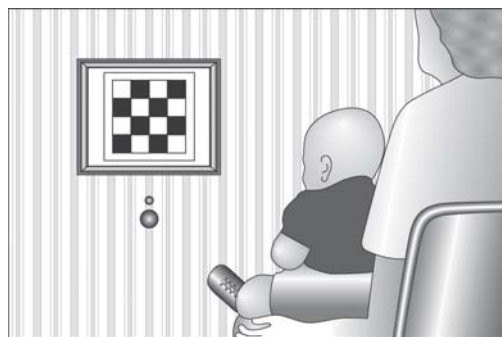
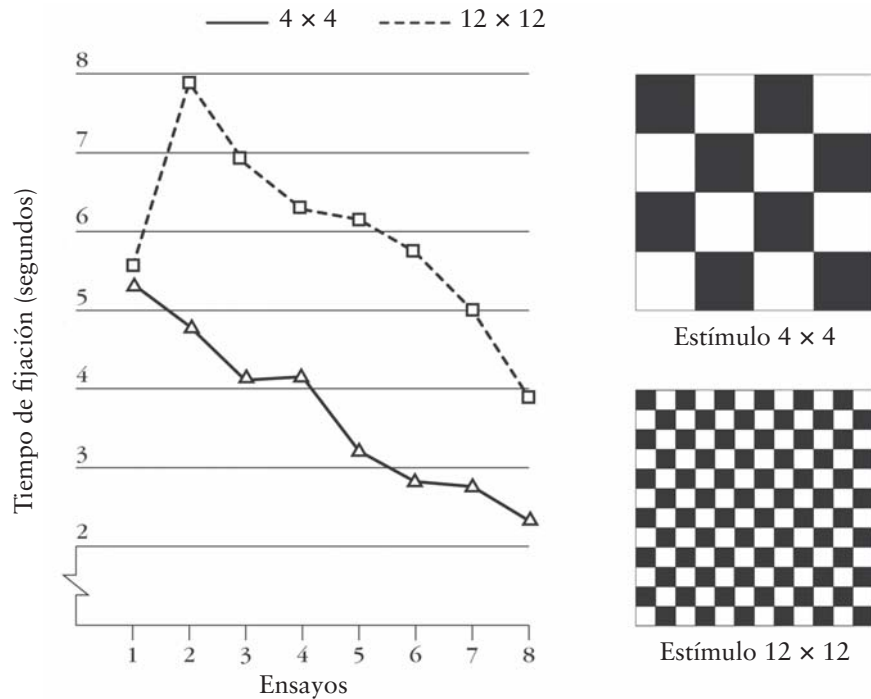


FIGURA 2.6

Situación experimental para el estudio de atención visual en bebés. El bebé es sentado frente a una pantalla utilizada para presentar diversos estímulos visuales. En cada ensayo se mide cuánto tiempo mira el niño la pantalla antes de desviar la mirada a otro sitio.

**FIGURA 2.7**

Tiempo que dedicaron los bebés a ver un estímulo visual durante ensayos sucesivos. Para un grupo el estímulo consistía en un patrón ajedrezado de 4×4 . Para el segundo grupo el estímulo era un patrón ajedrezado de 12×12 . Los estímulos se ilustran a la derecha de los resultados. (Tomado de "Determinants of Infant Visual Attention: Evidence for a Two-Process Theory", de H. Bashinski, J. Werner y J. Rudy, *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, pp. 580-598. Derechos reservados © 1985 por Academic Press. Reproducido con autorización de Elsevier.)

Ambos eran patrones ajedrezados, pero uno tenía cuatro cuadrados en cada lado (el estímulo 4×4) mientras que el otro tenía 12 cuadrados por cada lado (el estímulo 12×12). Cada presentación del estímulo duraba 10 segundos y los estímulos fueron presentados ocho veces a intervalos de 10 segundos.

Al inicio ambos estímulos provocaron atención visual y los bebés dedicaban un promedio de alrededor de 5.5 segundos a observar los estímulos. Al repetir las presentaciones del estímulo 4×4 , la atención visual disminuyó de manera progresiva, mostrando un efecto de habituación. En contraste, el estímulo 12×12 produjo un efecto inicial de sensibilización, que se hizo evidente en una mayor observación durante el segundo ensayo en comparación con el primero. Pero después de eso, la atención visual al estímulo 12×12 también se habituó.

Este experimento relativamente simple nos dice mucho acerca de la atención visual, la habituación y la sensibilización. Los resultados demuestran que la atención visual provocada por un estímulo novedoso cambia a medida que los bebés se familiarizan con dicho estímulo. La naturaleza del cambio es determinada por la naturaleza del estímulo.

Con un patrón relativamente simple (4×4) sólo ocurre un efecto progresivo de habituación. Con un patrón más complejo (12×12) ocurre una sensibilización pasajera seguida de habituación. Por consiguiente, que se observe o

no sensibilización depende de la complejidad del estímulo. En ambos casos, al irse familiarizando con el estímulo disminuía el interés mostrado por los bebés. Quizá sea muy cruel decir que la familiaridad engendra desdén, pero ciertamente no provoca mucho interés. El interés por lo que aparecía en la pantalla se recuperaba si se presentaba un estímulo nuevo o diferente después de la familiarización con el primero.

Los bebés no pueden expresar en palabras lo que ven o piensan sobre las cosas, de ahí que los científicos se hayan visto obligados a usar técnicas conductuales para estudiar la percepción y cognición de los infantes. La tarea de atención visual puede proporcionar información sobre la agudeza visual. Por ejemplo, a partir de los datos de la figura 2.7 puede concluirse que los bebés son capaces de distinguir dos patrones ajedrezados. Este tipo de procedimiento de habituación se ha empleado también para estudiar otras preguntas más complicadas acerca de la cognición y percepción infantil. Por ejemplo, un estudio reciente examinó la forma en que niños de tres meses y medio perciben los rostros humanos.

Los rostros brindan mucha información, misma que resulta crucial en las interacciones interpersonales. Las personas son expertas en el reconocimiento y recuerdo de rostros, pero discriminan mejor entre caras de su raza que entre las de individuos de una raza diferente, fenómeno que se conoce como *efecto de la otra raza*. Hayden *et al.* (2007), trataron de determinar si el efecto de la otra raza ocurre en niños de tres meses y medio, para lo cual se probó a dos grupos de bebés caucásicos con la tarea de habituación visual. A un grupo se le mostró un rostro caucásico en ensayos sucesivos hasta que su respuesta de atención disminuyó por lo menos a 50% de su nivel inicial. El segundo grupo de pequeños fue sometido al mismo procedimiento, pero en su caso se mostraba un rostro asiático en cada ensayo. De este modo, durante esa fase, un grupo se familiarizó con un rostro de su propia raza (caucásico) mientras que un segundo grupo se familiarizó con el rostro de una raza distinta (asiática).

Los investigadores se cuestionaron si los bebés podrían detectar un pequeño cambio en el rostro familiar. Para responder a esta pregunta se llevó a cabo una prueba especial. La prueba implicó la presentación de dos rostros, uno de ellos era el mismo que los bebés habían visto antes y consecuentemente no se esperaba que provocase mucha observación. En contraste, el segundo rostro se creó mediante la combinación progresiva de un rostro familiar con uno de la otra raza. La imagen resultante tenía un parecido de 70% con el rostro familiar y de 30% con el rostro de la otra raza. Si los bebés podían detectar este pequeño cambio en las características se esperaba que observaran por más tiempo el rostro nuevo.

Los resultados se muestran en la figura 2.8. Los bebés que se familiarizaron con los rostros caucásicos mostraron los resultados esperados e incrementaron su tiempo de observación cuando se presentó el nuevo rostro que incluía algunas características de la raza alternativa. Este resultado no ocurrió con los niños que se familiarizaron con los rostros asiáticos; éstos no incrementaron el tiempo de observación cuando se presentaba un rostro nuevo. Los autores interpretaron que este resultado demostraba la mayor habilidad de los bebés para detectar pequeños cambios en los rasgos faciales cuando esos cambios eran variaciones de su propia raza (caucásica) que cuando las variaciones correspondían a las características de otra raza (asiática). Por lo tanto, los hallazgos sugieren que el efecto de la raza ocurre en bebés de incluso tres meses y medio de edad.

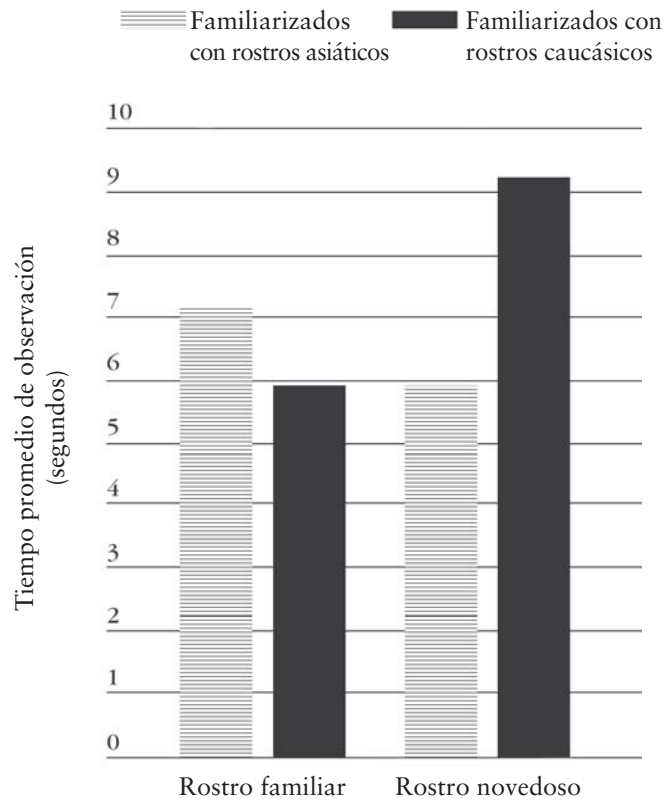


FIGURA 2.8

El efecto de la otra raza en bebés caucásicos. Después de haber sido habituados a un rostro caucásico o uno asiático, se probó a los bebés con un rostro familiar y uno novedoso que incluía 30% de las características de una raza distinta. (Basado en Hayden *et al.*, 2007.)

El paradigma de atención visual se ha convertido en una herramienta importante en el estudio de la percepción infantil, así como de formas de cognición más complejas y se ha usado para estudiar si los bebés son capaces de realizar operaciones matemáticas rudimentarias, de razonar sobre las leyes del mundo físico y de discriminar entre dibujos de objetos que son físicamente posibles contra otros que físicamente no son posibles (Baillargeon, 2008; McCrink y Wynn, 2007; Shuwairi, Albert y Johnson, 2007). Algunas de estas investigaciones han sido severamente cuestionadas por quienes enfatizan que la habituación y la atención visual en los bebés, así como la recuperación de la habituación, reflejan propiedades perceptuales de los estímulos más que su significado dentro de la estructura de conocimiento del infante (Schöner y Thelen, 2006). Independientemente de cómo se resuelva esta controversia, no hay duda de que el paradigma de atención visual ha proporcionado mucha información acerca de la cognición infantil a edades que preceden por mucho la adquisición del lenguaje. Éste es sólo un ejemplo de cómo pueden usarse las técnicas conductuales descritas en este libro para examinar la cognición en organismos no verbales.

La respuesta de sobresalto

Como se mencionó antes, la respuesta de sobresalto forma parte de la reacción defensiva de un organismo hacia un ataque real o potencial. Si alguien sopla inesperadamente una corneta detrás de usted, es probable que salte. Ésta es la respuesta de sobresalto. Consiste en un salto súbito y la tensión de los músculos de la parte superior del cuerpo, y por lo regular implica el levantamiento de los hombros y parpadeo. La reacción de sobresalto puede medirse colocando al sujeto sobre una superficie que mida los movimientos repentinos. Ha sido estudiada de manera exhaustiva debido a su importancia en la conducta de temor y la defensiva. Los científicos interesados en la neurobiología del temor y el desarrollo de fármacos que ayuden a aliviarlo, han usado a menudo la respuesta de sobresalto como su ancla conductual. Algunos de esos estudios han sido realizados con primates, pero en la mayoría de ellos se han empleado ratas de laboratorio como sujetos.

En la figura 2.9 se muestra el diagrama de una *cámara con estabilímetro* usada para medir la respuesta de sobresalto en ratas. La cámara descansa sobre sensores de presión. Cuando la rata es sobresaltada, salta y por ende mueve la cámara. Esos movimientos son medidos por los sensores de presión colocados bajo la cámara y se utilizan como indicadores de la fuerza de la reacción de sobresalto.

La reacción de sobresalto en las ratas puede provocarse mediante diversos estímulos, los cuales incluyen tonos fuertes y luces brillantes. En un experimento (Leaton, 1976), el estímulo de sobresalto fue un tono agudo fuerte presentado por dos segundos. Primero se permitió que los animales se acostumbraran a la cámara experimental sin la presentación de ningún tono. Cada rata recibió luego una sola presentación del tono, una vez al día durante 11 días. En la siguiente fase del experimento, los tonos se presentaron con mucha mayor frecuencia (cada tres segundos) por un total de 300 ensayos.

Por último, se sometió a los animales a una sola presentación del tono durante cada uno de los tres días siguientes como al inicio del experimento.

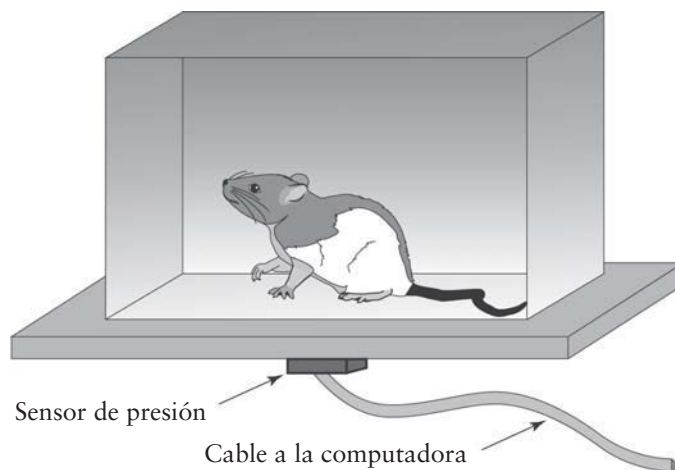


FIGURA 2.9

Cámara con estabilímetro para medir la respuesta de sobresalto de las ratas. Una pequeña cámara descansa sobre sensores de presión. Los movimientos repentinos de la rata son detectados por los sensores de presión y registrados por una computadora.

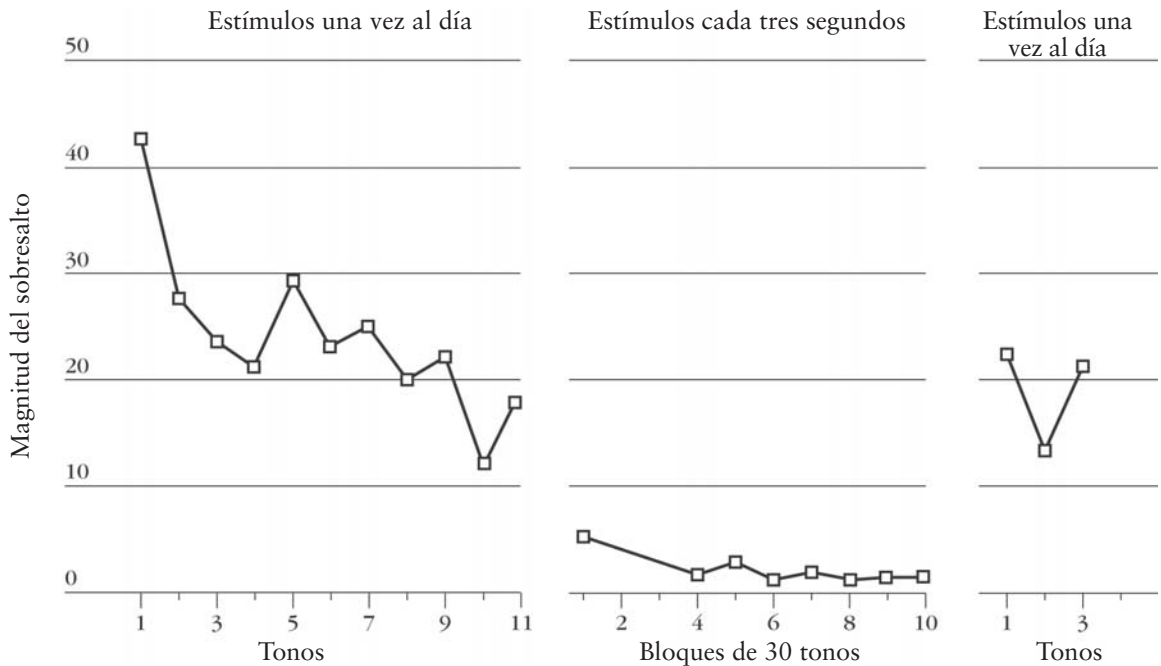


FIGURA 2.10

Respuesta de sobresalto de ratas a un tono presentado una vez al día en la fase uno, cada tres segundos en la fase dos y una vez al día en la fase tres. (Tomado de "Long-Term Retention of the Habituation of Lick Suppression and Startle Response Produced by a Single Auditory Stimulus", por R. N. Leaton, 1976, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, pp. 248-259. Derechos reservados © 1976 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.

La figura 2.10 muestra los resultados. La reacción de sobresalto más intensa se observó la primera vez que se presentó el tono; en el curso de los siguientes 10 días ocurrieron reacciones cada vez menos intensas. Dado que en esta fase los animales recibían sólo una presentación del tono cada 24 horas, los decrementos progresivos en la respuesta indicaban que los efectos de la habituación a las presentaciones del estímulo persistieron durante el periodo de 11 días. Pero vale la pena mostrar que esta habituación a largo plazo no resultó en la pérdida completa del reflejo de sobresalto. Incluso al undécimo día los animales todavía reaccionaban un poco.

En contraste, las reacciones de sobresalto cesaban muy pronto cuando las presentaciones del tono ocurrían cada tres segundos en la segunda fase del experimento, aunque esta notable disminución de la respuesta sólo fue temporal. En la tercera fase del experimento, cuando los ensayos se aplicaron de nuevo sólo una vez al día, la respuesta de sobresalto se recuperó al nivel del undécimo día del experimento. Esta recuperación, conocida como **recuperación espontánea**, ocurrió simplemente porque el tono no se había presentado por un largo tiempo (24 horas).

En este experimento se puede observar que ocurren dos diferentes formas de habituación dependiendo de la frecuencia de las presentaciones del estímulo. Si la presentación de los estímulos es muy espaciada en el tiempo, ocurre un efecto de habituación de largo plazo que persiste por 24 horas o más. En contraste, si los estímulos se presentan muy cercanos en el tiempo (en este experimento cada tres segundos), ocurre un efecto de habituación de corto plazo. Este último

efecto se identifica por la recuperación espontánea de la respuesta si se introduce un periodo sin estimulación.

Las presentaciones repetidas de un estímulo no siempre producen efectos de habituación de largo o de corto plazos. Por ejemplo, en el reflejo espinal de flexión de la pata en los gatos, sólo se observa el efecto de habituación de corto plazo (Thompson y Spencer, 1966). En tales casos, la recuperación espontánea restablece por completo la reacción del animal al estímulo provocador, si después de la habituación se permite un descanso lo bastante largo. En contraste, la recuperación espontánea nunca es completa en las situaciones que también involucran habituación de largo plazo, como en el experimento de Leaton (véase también Beck y Rankin, 1997; Pedreira *et al.*, 1998; Staddon y Higa, 1996). Como indica la figura 2.10, la respuesta de sobresalto se restableció en cierto grado en la última fase del experimento, pero los animales no reaccionaron ante el tono con tanta fuerza como lo hicieron la primera vez que se presentó.

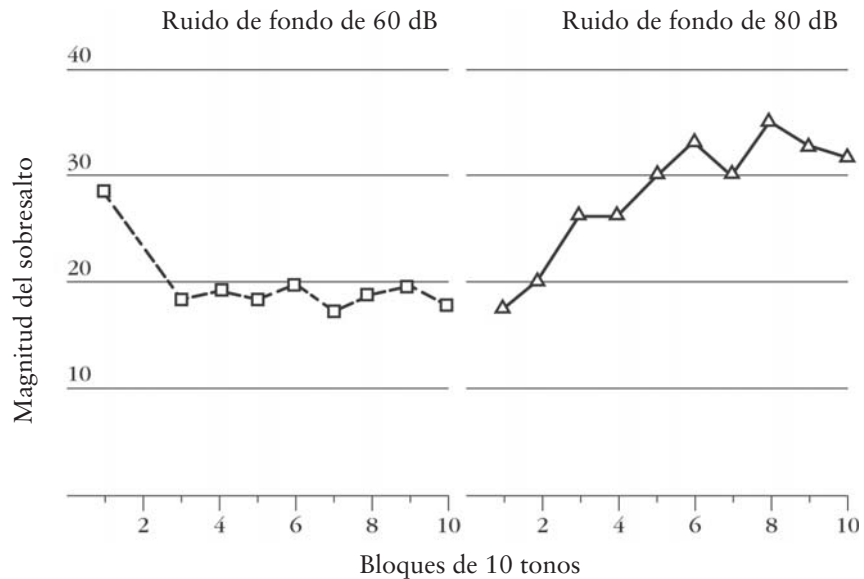
Sensibilización y la modulación de la conducta provocada

Considere su reacción cuando alguien camina detrás de usted y le toca el hombro. Si se encuentra en un supermercado, se sobresaltará un poco y girará hacia el lado en que lo tocaron. La orientación hacia un estímulo táctil es una respuesta provocada común. En nuestro pasado evolutivo, ser tocado podía significar que se estaba a punto de ser atacado por un depredador, lo que nadie querría ignorar. Que lo toquen a uno en el hombro no es gran cosa si uno está en el supermercado; pero si uno camina de noche por un callejón oscuro en una zona peligrosa de la ciudad, ser tocado en el hombro podría ser una experiencia aterradora y sin duda provocaría una reacción mucho más enérgica. En términos generales, si ya estamos activados, el mismo estímulo provocador disparará una reacción mucho más fuerte, lo cual se conoce como **efecto de sensibilización**.

Es más sencillo estudiar la sensibilización de la respuesta de sobresalto en el laboratorio que en un callejón oscuro. En un estudio clásico, Davis (1974) examinó la sensibilización de la respuesta de sobresalto de ratas ante un tono fuerte (110 decibeles [dB], 4000 ciclos por segundo [cps] y breve [90 milisegundos]). Se probó a dos grupos, cada uno recibió 100 ensayos presentados a intervalos de 30 segundos. Además, un generador de ruido proporcionó ruido de fondo cuyo sonido era parecido al del agua que corre de un grifo. Para un grupo, el ruido de fondo era relativamente bajo (60 dB), mientras que para el otro era más bien fuerte (80 dB), aunque de menor intensidad que el tono provocador del sobresalto.

Los resultados del experimento se presentan en la figura 2.11. Como en los otros experimentos descritos, las presentaciones repetidas del estímulo provocador (el tono de 4000 cps) no siempre producían la misma respuesta. Para las ratas probadas en presencia del ruido de fondo suave (60 dB), las repeticiones del tono produjeron reacciones de sobresalto cada vez más débiles. En contraste, cuando el ruido de fondo era fuerte (80 dB), las repeticiones del tono provocaron reacciones de sobresalto más enérgicas. Esto refleja la acumulación gradual de la sensibilización creada por el ruido fuerte.

Las respuestas reflejas se sensibilizan cuando el sujeto es activado por alguna razón. La activación intensifica nuestras experiencias, sean éstas agradables o desagradables.

**FIGURA 2.11**

Magnitud de la respuesta de sobresalto de ratas a las presentaciones sucesivas de un tono con ruido de fondo de 60 y 80 dB. (Tomado de "Sensitization of the Rat Startle Response by Noise", por M. Davis, 1974, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 87, pp. 571-581. Derechos reservados © por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

Como es bien sabido en la industria del entretenimiento, la incorporación de un ruido fuerte es una forma relativamente sencilla de crear activación. Los conciertos en vivo de las bandas de rock son tan ruidosos que los miembros de la banda deben usar tapones en los oídos para no sufrir pérdida auditiva. La música no tiene que ser tan fuerte para que todos la escuchen. El propósito principal del volumen alto es crear activación y excitación. Girar la perilla de un amplificador es una forma sencilla de aumentar la excitación. Hacer que algo suene fuerte es un recurso común para aumentar el disfrute de las películas, actos circenses, carreras de automóviles y juegos de fútbol, y es eficaz debido al fenómeno de sensibilización.

La sensibilización también juega un papel importante en la conducta sexual. Un componente importante de la conducta sexual involucra la reacción a las señales táctiles. Considere las señales táctiles de una caricia o un beso. La reacción a la misma caricia física o beso es totalmente distinta si usted está tocando a su abuela que si está tocando a su novio o novia. La diferencia refleja sensibilización y activación. En un estudio reciente del tema, se probó la sensibilidad de hombres heterosexuales a un estímulo táctil presentado en el dedo índice derecho (Jiao, Knight, Weerakoon y Turman, 2007) antes de ver una película erótica que tenía el propósito de incrementar su activación sexual. La película erótica aumentó significativamente la sensibilidad táctil. Ver una película no erótica no produjo este efecto.

La sensibilización ha sido examinada de manera exhaustiva en el sistema de conducta defensiva. Numerosos estudios han demostrado que el temor potencia la respuesta de sobresalto (Davis, 1977). El sobresalto puede medirse usando

un estabilímetro como el que se muestra en la figura 2.9, que mide la reacción de todo el cuerpo. Un procedimiento más sencillo, en particular con participantes humanos, es medir la respuesta de parpadeo (Norrholm *et al.*, 2006). El parpadeo es un componente inicial de la respuesta de sobresalto y puede ser provocado dirigiendo al ojo un sople de aire breve.

En un estudio, en el que se empleó el parpadeo como medida de sobresalto (Bradley, Moulder y Lang, 2005), se mostraron a los participantes (estudiantes universitarios) algunas fotografías agradables y otras desagradables. Para inducir temor, se dijo a los integrantes de uno de los grupos que en algún momento recibirían una descarga cuando vieran fotografías agradables pero no así cuando vieran las fotografías desagradables. El segundo grupo de participantes recibió la amenaza de la descarga asociada con las fotografías desagradables, pero no con las agradables. En realidad no se aplicó la descarga a ninguno de los participantes, pero para hacer creíble la amenaza, se les colocaron electrodos. Para medir el sobresalto potenciado por el temor, se midió la magnitud de la respuesta de parpadeo durante la presentación de las fotografías.

En la figura 2.12 se presentan los resultados. Consideremos primero la reacción de sobresalto durante las presentaciones de las fotografías agradables. Si éstas fueron asociadas con la amenaza de la descarga, la respuesta de parpadeo era considerablemente mayor que si las fotografías eran seguras. Esto representa el efecto de sobresalto potenciado por el temor. Los resultados con las fotografías desagradables fueron un poco diferentes. En su caso, la respuesta de sobresalto era elevada fueran asociadas o no las fotografías con la amenaza de la descarga. Esto sugiere que las fotografías desagradables eran lo bastante incómodas como para sensibilizar la respuesta defensiva de parpadeo, independientemente de la amenaza de la descarga.

Adaptabilidad y generalidad de la habituación y sensibilización

Los organismos son bombardeados constantemente por multitud de estímulos. Considere el hecho de sentarse frente a su escritorio. Incluso esa situación tan simple involucra una infinidad de sensaciones.

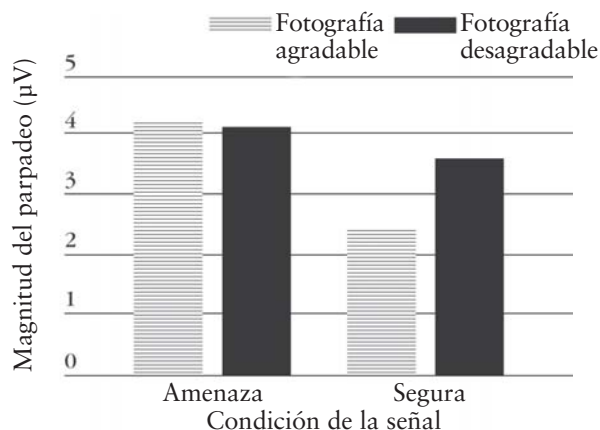


FIGURA 2.12

Magnitud de la respuesta de parpadeo de estudiantes universitarios a fotografías agradables y desagradables que señalaban una descarga o eran seguras. (Basado en Bradley, Moulder y Lang, 2005.)

Usted se ve expuesto al color, la textura y la brillantez de la pintura de las paredes; al sonido del sistema de aire acondicionado; a los ruidos de otras habitaciones; a los olores en el aire; al color y la textura del escritorio; a las sensaciones táctiles de la silla contra sus piernas, trasero y espalda; etcétera. Si tuviera que responder a todos esos estímulos, su conducta sería desorganizada y caótica. Los efectos de la habituación y la sensibilización ayudan a distinguir los estímulos que se deben ignorar de los estímulos a los que hay que responder. Los efectos de la habituación y la sensibilización son los productos finales de procesos que ayudan a priorizar y enfocar la conducta en el mundo zumbante y retumbante de estímulos en que viven los organismos.

En la experiencia común humana hay numerosos casos de habituación y sensibilización (Simons, 1996). Considere un reloj de pie. Muchas personas que poseen uno de esos relojes no advierten cada vez que da la hora, pues ya se habituaron por completo a los sonidos del reloj. Sin embargo, es más probable que adviertan cuando el reloj no suena a la hora prevista. En cierto sentido, eso es desafortunado ya que quizá compraron el reloj porque les gustaba su sonido. De igual modo, la gente que vive en una calle transitada o cerca de las vías del tren puede habituarse por completo a los ruidos que con frecuencia penetran en sus hogares. Es mucho más probable que los visitantes que no están familiarizados con esos sonidos reaccionen y sean molestados por ellos.

Conducir un carro implica verse expuesto a un conjunto importante de estímulos visuales y auditivos complejos. Pero al convertirse en un conductor experimentado, se habitúa a los numerosos estímulos que son irrelevantes en el manejo, como los detalles de color y textura del camino, el tipo de postes de las líneas telefónicas que bordean la carretera, las sensaciones táctiles del volante y los ruidos habituales del motor. La habituación a las señales irrelevantes es particularmente importante durante los viajes por carretera. Si conduce de manera continua por varias horas, es probable que haga caso omiso de todos los estímulos que son irrelevantes para mantener el carro sobre el camino. Si luego se encuentra con un accidente o llega a una ciudad, es probable que se “despierte” y preste atención de nuevo a varias cosas que había estado ignorando. Pasar cerca de un accidente grave o llegar a una nueva ciudad son sucesos activadores y sensibilizan respuestas de orientación que se habían habituado.

La habituación también determina lo mucho que disfrutamos de algo. En su libro, *Stumbling on happiness*, Daniel Gilbert señaló que: “Una de las verdades más crueles de la vida es la siguiente: las cosas maravillosas lo son especialmente la primera vez que ocurren, pero su maravilla se desvanece con la repetición” (p. 130). Siguió escribiendo: “Cuando tenemos una experiencia (escuchar una determinada sonata, hacer el amor con cierta persona, mirar la puesta del Sol desde una ventana particular con una persona especial) en ocasiones sucesivas, nos adaptamos a ella con rapidez y la experiencia resulta cada vez menos placentera” (p. 130).

Los efectos de la habituación y la sensibilización pueden ocurrir en cualquier situación que implique exposiciones repetidas a un estímulo. Por consiguiente, el reconocimiento de dichos efectos es fundamental para los estudios del aprendizaje. Como se describe en el capítulo 3, la habituación y la sensibilización son de gran interés en el diseño de los procedimientos de control para el condicionamiento pavloviano, aunque también desempeñan un papel en el condicionamiento operante (McSweeney, Hinson y Cannon, 1996).

Distinción entre habituación, adaptación sensorial y fatiga de la respuesta

La característica principal de los efectos de la habituación es una disminución en la respuesta provocada inicialmente por un estímulo. Sin embargo, no todos los casos en que las repeticiones de un estímulo producen una disminución de la respuesta representan habituación. Para entender las fuentes alternativas de la reducción de la respuesta, es necesario regresar al concepto de reflejo. Un reflejo consta de tres componentes. Primero, un estímulo activa uno de los órganos sensoriales, como los ojos o los oídos. Esto genera impulsos neurales sensoriales que son transmitidos al sistema nervioso central (la médula espinal y el cerebro). El segundo componente implica la transmisión del mensaje sensorial a través de las interneuronas a los nervios motores. Por último, los impulsos neurales en los nervios motores activan a su vez los músculos que producen la respuesta observada.

De acuerdo a los tres componentes de un reflejo, existen varias razones por las que puede no ocurrir una respuesta provocada (figura 2.13). La respuesta no se observará si, por alguna razón, los órganos sensoriales se vuelven temporalmente insensibles a la estimulación. Por ejemplo, una persona puede ser cegada temporalmente por una luz brillante o sufrir una pérdida auditiva temporal por la exposición a un ruido fuerte. Esas disminuciones en la sensibilidad se denominan **adaptación sensorial** y son diferentes de la habituación. La respuesta tampoco ocurrirá si los músculos involucrados quedan incapacitados por la **fatiga**. La adaptación sensorial y la fatiga son impedimentos para la respuesta que se producen en los órganos sensoriales y los músculos, fuera del sistema nervioso, y eso los distingue de la habituación.

Se supone que la habituación y la sensibilización implican cambios neurofisiológicos que dificultan o facilitan la transmisión de impulsos neurales de las neuronas sensoriales a las motoras. En la habituación, el organismo deja de responder a un estímulo aun cuando conserva la capacidad de percibirlo y de realizar los movimientos musculares requeridos para la respuesta. La respuesta no ocurre porque los cambios en el sistema nervioso bloquean la transmisión de los impulsos de las neuronas sensoriales a las neuronas motoras.

En los estudios de la habituación, la adaptación sensorial es descartada por la evidencia de que la *habituación es específica a la respuesta*. Un organismo puede dejar de responder a un estímulo en un aspecto de su conducta a la vez que sigue respondiendo al estímulo de otras formas. Cuando un maestro hace un

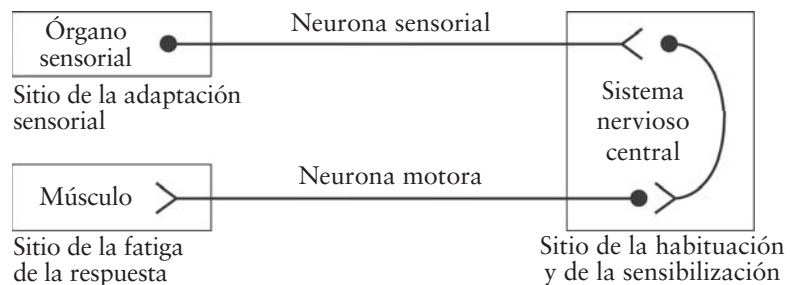


FIGURA 2.13

Diagrama de un reflejo simple. La adaptación sensorial ocurre en los órganos sensoriales y la fatiga en los músculos efectores. En contraste, la habituación y la sensibilización ocurren en el sistema nervioso.

anuncio mientras usted está concentrado en responder un examen, al principio puede levantar la mirada de éste, pero sólo de manera breve.

Sin embargo, continuará escuchando el anuncio hasta que termina. Por consiguiente, su respuesta de orientación se habitúa con rapidez, pero persisten otras respuestas de atención al estímulo.

La fatiga de la respuesta como causa de la habituación se descarta por la evidencia de que la *habituación es específica al estímulo*. Una respuesta habituada se recuperará con rapidez cuando se presente un nuevo estímulo, como se ilustró en el estudio de habituación al sabor, resumido en la figura 2.5. Después que se habituaron las respuestas hedónica y de salivación durante los primeros 10 ensayos, la presentación del sabor alternativo en el ensayo 11 dio por resultado una recuperación de ambas medidas de la respuesta. De manera análoga, después que su respuesta de orientación al anuncio del maestro se habituó, es probable que levante la vista de nuevo si el maestro menciona su nombre. De este modo, un estímulo nuevo provocará la respuesta de orientación antes habituada, lo que indica que la omisión de la respuesta no se debió a la fatiga.

LA TEORÍA DEL PROCESO DUAL DE LA HABITUACIÓN Y LA SENSIBILIZACIÓN

Los efectos de la habituación y la sensibilización son cambios en la conducta o el desempeño. Son manifestaciones conductuales externas o resultados de las presentaciones del estímulo. ¿Qué factores son responsables de esos cambios? Para responder esta pregunta, tenemos que cambiar nuestro nivel de análisis de la conducta al proceso subyacente supuesto o teoría. Los efectos de la habituación pueden ser explicados satisfactoriamente por una teoría de un solo factor que describe la forma en que las repeticiones de un estímulo cambian su eficacia (Schöner y Thelen, 2006). Sin embargo, debe introducirse un segundo factor para explicar por qué aumenta la respuesta en condiciones de activación. La teoría dominante de la habituación y la sensibilización sigue siendo la teoría del proceso dual de Groves y Thompson (1970).

La teoría del proceso dual supone que diferentes tipos de procesos neurales subyacentes son responsables de los incrementos y las disminuciones en la respuesta a la estimulación. Un proceso neural, llamado **proceso de habituación**, produce disminuciones en la respuesta; mientras que otro proceso, llamado **proceso de sensibilización**, produce incrementos en la respuesta. Los procesos de habituación y sensibilización no sólo no son mutuamente excluyentes sino que pueden ser activados al mismo tiempo. El resultado conductual de esos procesos subyacentes depende de cuál sea más fuerte. Por consiguiente, los procesos de habituación y sensibilización compiten por el control de la conducta.

Los procesos subyacentes que suprimen o facilitan la respuesta desafortunadamente son llamados habituación y sensibilización. Resulta tentador pensar que la disminución de la respuesta o efecto de habituación es un reflejo directo del proceso de habituación, y que el incremento de la respuesta o efecto de sensibilización es un reflejo directo del proceso de sensibilización. De hecho, ambos efectos (habituación y sensibilización) son la suma o resultado neto de ambos procesos de habituación y sensibilización. Que el resultado neto sea un incremento o disminución en la conducta depende de qué proceso subyacente sea más fuerte en

una situación particular. La distinción entre *efectos* y *procesos* en la habituación y sensibilización es análoga a la distinción entre desempeño y aprendizaje que se revisó en el capítulo 1. Los efectos se refieren a la conducta observable y los procesos se refieren a los mecanismos subyacentes.

Con base en la investigación neurofisiológica, Groves y Thompson (1970) sugirieron que los procesos de habituación y sensibilización ocurren en diferentes partes del sistema nervioso (consulte también Thompson *et al.*, 1973).

Se supone que los procesos de habituación ocurren en lo que se llama el **sistema E-R**. Este sistema consiste en la vía neural más corta que conecta a los órganos sensoriales activados por el estímulo provocador con los músculos involucrados en la realización de la respuesta provocada. El sistema E-R puede ser visto como el arco reflejo. Cada presentación de un estímulo provocador activa el sistema E-R y ocasiona la acumulación de la habituación.

Se supone que los procesos de sensibilización ocurren en lo que se denomina el **sistema de estado**. Este sistema está conformado por otras partes del sistema nervioso que determinan el nivel general de disposición o propensión a responder. En contraste con el sistema E-R, que es activado cada vez que se presenta un estímulo provocador, el sistema de estado sólo es accionado por eventos activadores; por ejemplo, este sistema permanece relativamente inactivo durante el sueño. Los fármacos (como los estimulantes o los depresivos) pueden alterar el funcionamiento del sistema de estado y por ende cambiar la tendencia a responder. El sistema de estado también es afectado por las experiencias emocionales. Por ejemplo, la mayor reactividad que acompaña al temor es ocasionada por la activación de dicho sistema.

En resumen, el sistema de estado determina la disposición general del organismo a responder, mientras que el sistema E-R permite al animal dar la respuesta específica que es provocada por el estímulo de interés. El nivel de respuesta que provoca un estímulo particular depende de las acciones combinadas de los sistemas E-R y de estado.

Aplicaciones de la teoría del proceso dual

Los ejemplos de habituación y sensibilización (ilustrados en la evidencia experimental que se revisó antes) pueden interpretarse fácilmente en términos de la teoría del proceso dual. La exposición repetida al patrón ajedrezado 4×4 produjo un decremento en la orientación visual de los infantes (figura 2.7), lo cual supuestamente se debió a que el estímulo 4×4 no creó mucha activación. Más bien, el estímulo 4×4 activó sobre todo al sistema E-R y por consiguiente, al proceso de habituación. El patrón ajedrezado más complejo de 12×12 produjo un nivel de activación mayor, el cual supuestamente activó no sólo al sistema E-R sino también al sistema de estado. La activación de este último tuvo como resultado un incremento en la atención visual ocurrida después de la primera presentación del patrón 12×12 . Sin embargo, el proceso de activación o sensibilización no fue lo suficiente fuerte para contrarrestar del todo los efectos de la habituación. Como resultado, luego de unos cuantos ensayos, la atención visual también disminuyó en respuesta al estímulo 12×12 . (Schöner y Thelen, 2006, presentan una interpretación alternativa de los datos del estímulo 12×12 .)

Los efectos de la habituación y la sensibilización que advertimos en la reacción de sobresalto de las ratas (figura 2.11) requieren una aplicación distinta de la teoría del proceso dual. Cuando se sometió a las ratas a un ruido de fondo relativamente

bajo (60 dB), no fue suficiente para activarlas. Consecuentemente, puede suponerse que los procedimientos experimentales no produjeron cambios en el sistema de estado. Las presentaciones repetidas del tono que provocaba sobresalto sólo activaron al sistema E-R, lo que produjo la habituación de la respuesta de sobresalto.

Cuando los animales fueron probados en presencia del ruido de fondo fuerte (80 dB), ocurrió el resultado opuesto. En este caso, las presentaciones sucesivas del tono resultaron en reacciones de sobresalto más fuertes. Dado que en ambos grupos se empleó el mismo tono, la diferencia en los resultados no puede atribuirse al mismo. Más bien, debe asumirse que el ruido fuerte de fondo incrementó la activación o disposición a responder en el segundo grupo. Esta sensibilización del sistema de estado fue supuestamente responsable de incrementar la reacción de sobresalto al tono en el segundo grupo.

Implicaciones de la teoría del proceso dual

Las interpretaciones precedentes de los efectos de la habituación y la sensibilización muestran varios rasgos importantes de la teoría de proceso dual. *El sistema E-R es activado cada vez que un estímulo provoca una respuesta*, ya que es el circuito neural que conduce los impulsos de la entrada sensorial a la salida de respuesta. La activación del sistema E-R y la influencia de habituación que conlleva son características universales de la conducta provocada. En contraste, *el sistema de estado sólo se presenta en circunstancias especiales*. Algún suceso externo, como un ruido de fondo intenso, puede incrementar el estado de alerta del individuo y sensibilizar al sistema de estado. Alternativamente, el sistema de estado puede ser sensibilizado por las presentaciones repetidas del mismo estímulo de prueba si éste es lo bastante intenso o excitatorio (por ejemplo, un patrón ajedrezado de 12×12 en comparación con uno de 4×4). Si el estímulo activador vuelve a presentarse lo bastante pronto para que la segunda presentación ocurra mientras el organismo siga sensibilizado por el ensayo anterior, se observará un incremento en la respuesta.

Se espera que ambos procesos, habituación y sensibilización, decaigan con el paso del tiempo sin estimulación. Por lo mismo, se esperaría observar *recuperación espontánea* en ambos procesos. La pérdida que se da con el tiempo del proceso de habituación resulta en la recuperación, o incremento, de la conducta provocada a los niveles de línea base (de ahí el término *recuperación espontánea*). En contraste, el deterioro temporal del proceso de sensibilización resulta en la disminución de la conducta provocada por abajo de su nivel normal sin activación.

Dado que la habituación reside en el circuito E-R, la teoría del proceso dual predice que la *habituación será específica al estímulo*. Si luego del entrenamiento de habituación se cambia el estímulo provocador, el nuevo estímulo provocará una respuesta no habituada, pues activa un circuito E-R diferente. Vimos este resultado en el experimento sobre la habituación de la salivación y las valoraciones hedónicas a un sabor (figura 2.5). Después de que las respuestas salivales y emocionales a un estímulo gustativo (por ejemplo, la lima) se habían habituado de manera considerable (ensayos 1-10), las respuestas mostraron una recuperación completa cuando se presentó (en el ensayo 11) un sabor distinto (limón). La especificidad de la habituación al estímulo también constituye la base de todos los estudios de cognición infantil que emplean el paradigma de atención visual (figura 2.8). En la experiencia común ocurren efectos similares. Por ejemplo, después de usted se ha habituado por completo a los sonidos de

su reloj de pared, es probable que se restablezca por completo su atención al reloj si éste falla y hace un sonido nuevo.

A diferencia de la habituación, la sensibilización no es altamente específica al estímulo. Si un animal es activado o sensibilizado por alguna razón, se incrementará su reactividad a una variedad de señales. Por ejemplo, el dolor inducido por una descarga en la pata aumenta la reactividad de las ratas de laboratorio a señales auditivas y visuales. De la misma manera, la sensación de enfermedad o malestar incrementa la reactividad de las ratas a una amplia gama de sabores novedosos. Sin embargo, la sensibilización inducida por una descarga parece estar limitada a señales exteroceptivas mientras que la sensibilización inducida por la enfermedad se limita a estímulos gustativos (Miller y Domjan, 1981). El dolor cutáneo y el malestar interno al parecer activan sistemas de sensibilización distintos.

La teoría del proceso dual de la habituación y la sensibilización ha tenido gran influencia (Barry, 2004; Pilz y Schnitzler, 1996), aunque no ha logrado explicar todos los efectos de la habituación y la sensibilización (Bee, 2001).

Una de las contribuciones importantes de la teoría ha sido la suposición de que la conducta provocada puede recibir una fuerte influencia de los eventos neurofisiológicos que tienen lugar fuera del arco reflejo, el cual participa directamente en una determinada respuesta provocada. La idea básica de que ciertas partes del sistema nervioso modulan sistemas E-R que tienen una participación más directa en la conducta provocada ha sido corroborada en numerosos estudios de habituación y sensibilización (por ejemplo, Borszcz, Cranney y Leaton, 1989; Davis, 1997; Falls y Davis, 1994; Frankland y Yeomans, 1995; Lipp, Sheridan y Siddle, 1994). (Stephenson y Siddle, 1983; y Schöner y Thelen, 2006, ofrecen una revisión detallada de otras teorías de la habituación.)

RECUADRO 2.2

Aprendizaje en un invertebrado

¿Cómo adquiere, almacena y recupera la información el cerebro? Para responder a esta pregunta es necesario saber cómo operan las neuronas y cómo modifica la experiencia los circuitos neurales. El estudio de estos temas requiere que se profundice en la maquinaria neural para registrar y emplear sus operaciones. Por supuesto, a las personas no les entusiasma mucho la idea de ofrecerse para participar en tales experimentos, por lo que dicha investigación ha sido realizada en otras especies.

Si bien puede aprenderse mucho de los vertebrados (como ratas y conejos) que suelen utilizarse en los estudios conductuales del aprendizaje; a nivel neural, hasta una rata plantea dificultades técnicas para los neurobiólogos,

de ahí que se hayan enfocado en criaturas con sistemas nerviosos más simples. Los invertebrados resultan atractivos, pues algunas de sus neuronas son muy grandes, así como su sistema nervioso es mucho más sencillo. Este enfoque permitió a Eric Kandel y sus colaboradores descubrir los mecanismos que median algunos procesos básicos del aprendizaje en la liebre marina o *Aplysia*. Aquí se presenta una perspectiva general de los mecanismos que subyacen a la habituación y la sensibilización (para una revisión más reciente, consulte Hawkins, Kandel y Bailey, 2006).

La *Aplysia* presenta en su superficie trasera (dorsal) dos aletas (parapodium) las cuales cubren la branquia y otros componentes del

aparato respiratorio (figura 2.14A). La branquia se encuentra bajo la superficie del manto y un sifón ayuda a hacer circular el agua a lo largo de la branquia. En un estado relajado, la branquia se extiende (lado izquierdo de la figura 2.14A), maximizando el intercambio químico a lo largo de su superficie. Es un órgano frágil que debe ser protegido. Por esa razón, la naturaleza ha dotado a la *Aplysia* de un reflejo protector de retracción de la branquia. Este reflejo puede ser provocado por un toque ligero en el sifón o el manto. En el laboratorio, el reflejo suele provocarse mediante un chorro de agua con un irrigador oral. Aunque es posible estudiar en el organismo intacto los mecanismos que subyacen a este reflejo, suele ser más sencillo

(continúa)

RECUADRO 2.2 (continuación)

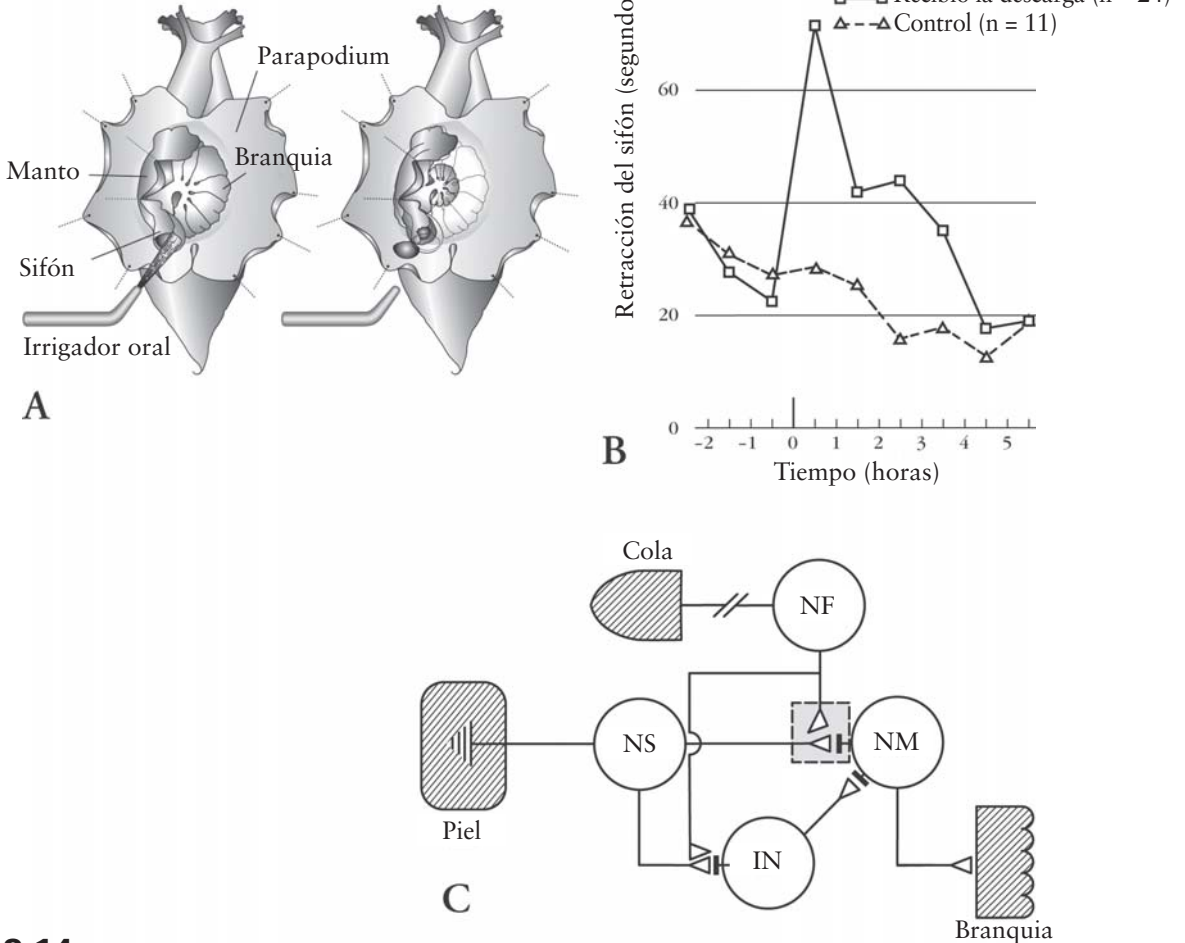


FIGURA 2.14

A) Reflejo de retracción de la branquia en la *Aplysia*. La estimulación táctil del sifón o el manto ocasiona la retracción de la branquia (derecha). (Adaptado de Kandel, 1976.) B) Habituaación y sensibilización del reflejo de retracción de la branquia. La aplicación repetida de un estímulo táctil produce la habituaación de la respuesta de retracción (línea punteada). Una descarga breve (aplicada en el momento 0) sensibiliza la respuesta (línea sólida). (Adaptado de Kandel y Schwartz, 1982.) C) El circuito neural que media la habituaación y la sensibilización. (Adaptado de Dudai, 1989.)

estudiar el sistema subyacente después que los componentes esenciales han sido sacados y colocados en un baño de nutrientes para preservar el tejido.

Con esta sencilla preparación es muy fácil demostrar la habituaación y la sensibilización (figura 2.14B). La habituaación puede producirse mediante la aplicación repetida del estímulo táctil al sifón. Con la exposición continua, la magnitud del reflejo de retracción de la branquia se hace menor (se habitúa). Lo interesante es que esta experiencia no

tiene efecto en la magnitud del reflejo de retracción de la branquia, provocado mediante la estimulación táctil del manto. Por el contrario, si se toca el manto repetidamente, la respuesta de retracción observada se habitúa sin afectar la respuesta provocada por la estimulación táctil del sifón. Una modificación en una vía estímulo-respuesta (E-R) no tiene efecto en la fuerza de la respuesta en la otra vía.

En los vertebrados, una descarga dolorosa involucra un mecanismo que

por lo general sensibiliza la conducta e incrementa una variedad de sistemas de respuesta, incluyendo los que generan una respuesta de sobresalto (Davis, 1989). En la *Aplysia* puede demostrarse un efecto similar. Si se le aplica una descarga en la cola se sensibiliza la respuesta de retracción de la branquia provocada mediante la estimulación táctil del manto o el sifón (Walters, 1994). Advierta que éste es un efecto general que aumenta la reac-

(continúa)

RECUADRO 2.2 (*continuación*)

tividad conductual tanto en el circuito del manto como en el del sifón.

En la figura 2.14C se ilustran los componentes neurales esenciales que subyacen a la retracción de la branquia en respuesta a la estimulación táctil del sifón.

Podría trazarse un diagrama similar para las neuronas que subyacen a la retracción de la branquia provocada por la estimulación táctil del manto.

Tocar la piel del sifón implica un receptor mecánico que se conecta con una neurona sensorial (NS). Aquí sólo se ilustra un receptor, pero otros receptores y neuronas inervan las regiones adyacentes de la piel del sifón.

El grado de participación de un receptor particular dependerá de su proximidad con el lugar de la estimulación, siendo mayor en el centro de ésta y debilitándose a medida que aumenta la distancia. Esto arroja el equivalente neural de un gradiente de generalización, en que la actividad máxima se produce por la neurona que proporciona la inervación principal del campo receptor estimulado.

Los receptores mecánicos que detectan el estímulo táctil implican una respuesta dentro de las dendritas de la neurona sensorial. Esta respuesta neural es transmitida al cuerpo celular (soma) y desciende por una proyección neural, el axón, a la neurona motora (NM). La neurona sensorial es la célula presináptica y la neurona motora

es la célula postsináptica. La neurona motora es involucrada por la liberación de una sustancia química (neurotransmisor) de la neurona sensorial. A su vez, la neurona motora lleva la señal a los músculos que producen la respuesta de retracción de la branquia. Aquí, la liberación del neurotransmisor activa fibras musculares que ocasionan que la branquia se retraiga.

La neurona sensorial también involucra a otras células, interneuronas que contribuyen a la realización de la respuesta de retracción. Sin embargo, dado que la comprensión de los mecanismos básicos que subyacen al aprendizaje no depende de su función, prestaremos menos atención a las interneuronas involucradas por la neurona sensorial. No obstante, no podemos ignorar otra clase de interneuronas, las involucradas por la aplicación de una descarga en la cola. La descarga en la cola implica a neuronas que activan una interneurona facilitadora. Como se muestra en la figura, la interneurona facilitadora incide en el extremo de la neurona sensorial presináptica. En términos técnicos, la interneurona facilitadora inerva presinápticamente la neurona sensorial. Debido a ello, la interneurona facilitadora puede alterar la operación de la neurona sensorial.

La magnitud de la respuesta de retracción de la branquia depende de la cantidad de neurotransmisor liberado por las neuronas motoras. Entre más

se libere, más fuerte es la respuesta. De igual modo, la probabilidad de que la neurona motora inicie una respuesta, así como el número de neuronas motoras implicadas, depende de la cantidad de neurotransmisor liberado por la neurona sensorial. Por lo general, incrementar la cantidad liberada aumenta la respuesta de la neurona motora y la respuesta de retracción de la branquia.

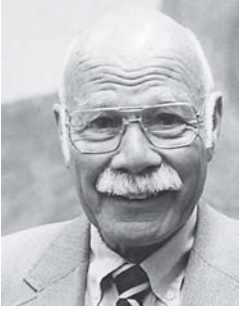
En la investigación se ha encontrado que la estimulación repetida de la neurona sensorial no produce cambios en el potencial de acción generado dentro de la neurona motora, pero se libera menos transmisor produciendo el fenómeno conductual de la habituación.

En contraste, la sensibilización involucra la interneurona facilitadora, lo cual produce un cambio dentro de la neurona sensorial que ocasiona que libere más neurotransmisor. Debido a la liberación de más transmisor, aumenta la participación de las neuronas motoras y la respuesta de retracción de la branquia es más vigorosa. Por consiguiente, la sensibilización conductual ocurre, en parte, porque la descarga en la cola aumenta la liberación de neurotransmisor de la neurona sensorial. Además, trabajos recientes han demostrado que los cambios en la célula postsináptica, análogos al fenómeno de potenciación a largo plazo descrito en el recuadro 11.1, contribuyen a la sensibilización (Glanzman, 2006).

J. W. Grau

EXTENSIONES A LAS EMOCIONES Y LA CONDUCTA MOTIVADA

Hasta aquí, nuestro análisis de los cambios producidos por las repeticiones de un estímulo provocador se ha limitado a respuestas relativamente sencillas. Sin embargo, los estímulos también pueden causar emociones complejas como el amor, el miedo, la euforia, el terror o la satisfacción. Ya se describió la habituación de una respuesta emocional a la presentación repetida de un sabor (figura 2.5). Los conceptos de habituación y sensibilización también han sido ampliados a los cambios en emociones más complejas (Solomon y Corbit, 1974) y a diversas formas de conducta motivada, incluyendo la alimentación, ingestión de líquidos, exploración, agresión, cortejo y conducta sexual (McSweeney y Swindell, 1999). Un área de especial interés es la dependencia a las drogas (por ejemplo, Baker *et al.*, 2004; Baker, Brandon y Chassin, 2004; Ettenberg, 2004; Koob *et al.*, 1997; Koob y Le Moal, 2008; Robinson y Berridge, 2003).

**R. L. Solomon**

Reacciones emocionales y sus secuelas

En su famosa revisión de ejemplos de respuestas emocionales ante diversos estímulos, incluyendo drogas, Solomon y Corbit (1974) descubrieron un par de características sorprendentes. Primero, las reacciones emocionales intensas suelen ser bifásicas. Durante la presencia del estímulo ocurre una emoción y cuando el estímulo termina se observa la emoción contraria. Considere, por ejemplo, los efectos psicoactivos del alcohol. Una persona que bebe vino o cerveza se torna afable y se relaja mientras está bebiendo. Esos sentimientos, que por lo general son placenteros, reflejan los efectos sedantes primarios del alcohol. En contraste, luego de una noche de consumo ocurre algo muy diferente. Una vez que se disiparon los efectos sedantes del alcohol, es probable que la persona se torne nerviosa y que experimente jaquecas y náusea. Los efectos sedantes placenteros del alcohol ceden el paso a las sensaciones desagradables de la resaca. Tanto los efectos directos primarios de la droga como la resaca dependen de la dosis. Entre más beba la persona, más sedada o ebria se pone y más intensa es después la resaca. Con otras drogas se observan respuestas bifásicas similares. Por ejemplo, con la anfetamina, la presencia de la droga crea sentimientos de euforia, una sensación de bienestar, autoconfianza, alerta y un sentido de control. Después que la droga desaparece, es probable que la persona se sienta cansada, deprimida y somnolienta.

Otra característica común de las reacciones emocionales es que cambian con la experiencia. La reacción primaria se vuelve más débil y la reacción posterior se vuelve más fuerte. Los bebedores habituales no son tan afectados por unas cuantas cervezas como alguien que bebe por primera vez. Sin embargo, los bebedores habituales experimentan síntomas de abstinencia severos si dejan de beber.

La habituación de la reacción primaria de una droga se conoce como **tolerancia a la droga**. Esta tolerancia se refiere a una disminución en la efectividad de la droga con la repetición de las exposiciones. Los usuarios habituales de todas las drogas psicoactivas (como alcohol, nicotina, heroína, cafeína, somníferos y ansiolíticos) no son tan afectados por la presencia de la droga como quienes la usan por primera vez. Un vodka tonic fuerte que marearía ligeramente a un bebedor casual seguramente no tendría efecto en un bebedor frecuente. (En el capítulo 4 revisaremos de nuevo el papel de los procesos oponentes en la tolerancia a las drogas.)

Debido al desarrollo de la tolerancia, los usuarios habituales no disfrutan tanto del consumo de las drogas como los usuarios poco experimentados. Por ejemplo, las personas que fuman a menudo no obtienen mucho placer al hacerlo. A esta disminución en la reacción primaria a la droga la acompaña un crecimiento en la reacción posterior oponente. En consecuencia, cuando la droga se disipa los usuarios habituales de las drogas experimentan resacas mucho más severas que los usuarios ingenuos. Un fumador habitual que ha pasado mucho tiempo sin fumar experimentará dolores de cabeza, irritabilidad, ansiedad, tensión e insatisfacción general. Es probable que un bebedor empedernido que deja de consumir alcohol experimente alucinaciones, pérdida de memoria, agitación psicomotora, delirium tremens y otras alteraciones fisiológicas. Para un usuario habitual de la anfetamina, la fatiga y la depresión que caracterizan al posefecto oponente pueden ser tan severas como para llegar a causar suicidio.

Solomon y Corbit (1974) advirtieron que con otros estímulos activadores de emoción ocurrían patrones similares de reacción emocional. Por ejemplo,

considere el amor y el apego. Por lo general, los recién casados suelen sentir gran emoción uno por el otro y se muestran muy afectuosos cuando están juntos.

A medida que pasan los años esta reacción emocional primaria se habitúa. La pareja se adapta gradualmente a una forma cómoda de interacción que carece del entusiasmo de la luna de miel. Sin embargo, esta habituación de la reacción emocional primaria es acompañada por un fortalecimiento del posefecto afectivo. Las parejas que han estado juntas por muchos años sufren un dolor más intenso si son separadas por la muerte o la enfermedad. Después de estar juntos por varias décadas, la muerte del compañero puede causar una intensa pena en el sobreviviente. Este fuerte posefecto afectivo resulta notable si se considera que para esta etapa de la relación, la pareja puede haber dejado del todo de mostrar signos de afecto.

La teoría motivacional del proceso oponente

Los ejemplos anteriores ilustran tres características comunes de las reacciones emocionales: 1) son bifásicas; una reacción primaria es seguida por un posefecto opuesto; 2) la reacción primaria se debilita al repetir la estimulación, y 3) el debilitamiento de la reacción primaria con la exposición repetida es acompañado por un fortalecimiento de la reacción posterior. Esas características fueron identificadas hace algún tiempo y condujeron al planeamiento de la *teoría motivacional del proceso oponente* (Solomon y Corbit, 1973, 1974).

La teoría del proceso oponente asume que los mecanismos neurofisiológicos involucrados en la conducta emocional permiten mantener la estabilidad emocional. Por lo tanto, es una teoría *homeostática*. Se sustenta en la premisa de que una función importante de los mecanismos que controlan las emociones está basada en mantener la estabilidad y minimizar los altibajos. El concepto de homeostasis se introdujo originalmente para explicar la estabilidad de la fisiología interna, como la temperatura corporal. Desde entonces, el concepto también se volvió importante en el análisis de la conducta. (En capítulos posteriores veremos otros tipos de teorías homeostáticas.)

¿Cómo pueden los mecanismos fisiológicos mantener la estabilidad emocional e impedir que nos excitemos demasiado? Para mantener cualquier sistema en un estado neutral o estable se requiere que una alteración que mueva al sistema en una dirección encuentre una fuerza opuesta para que contrarreste la alteración. Por ejemplo, considere que trata de mantener un subibaja equilibrado. Si algo empuja hacia abajo un extremo del subibaja, el otro extremo subirá. Para mantener su nivel es necesario que una fuerza que empuja un extremo hacia abajo se encuentre en el otro lado con una fuerza opuesta.

La idea de fuerzas opuestas que permiten mantener un estado estable es fundamental para la teoría motivacional de los procesos oponentes. La teoría supone que el estímulo activador de una emoción aleja de la neutralidad el estado emocional de la persona. Se supone que este alejamiento de la neutralidad emocional desencadena un proceso oponente que compensa el cambio. Los patrones de conducta emocional, observados al inicio y después de una amplia experiencia con un estímulo, son el resultado neto de los efectos directos de un estímulo que activa la emoción, así como del proceso oponente que es activado como contrapeso de este efecto directo.

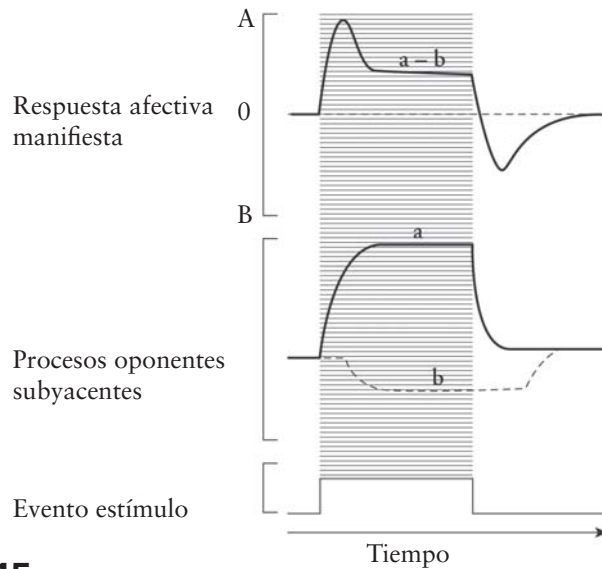


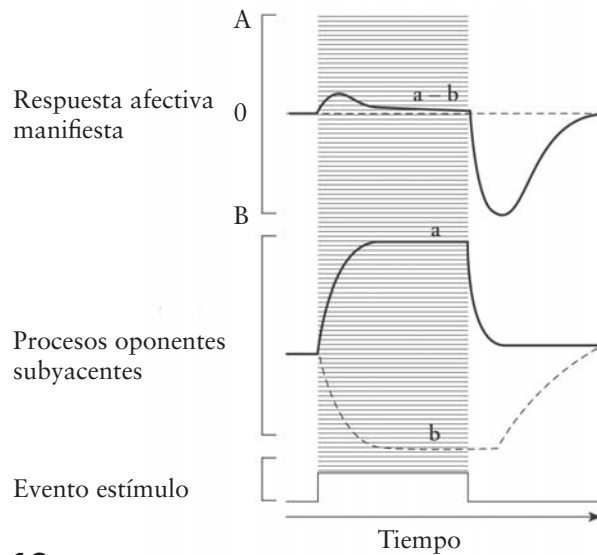
FIGURA 2.15

Mecanismo del proceso oponente durante la presentación inicial de un estímulo activador de emoción. Las reacciones emocionales observadas se representan en el panel superior. Los procesos oponentes subyacentes se representan en el panel inferior. Advierta que el proceso *b* empieza un poco después de que inició el proceso *a* y termina mucho después que el proceso *a*. Esta última característica permite que las emociones oponentes dominen después de que termina el estímulo. (Tomado de "An Opponent Process Theory of Motivation: I. The Temporal Dynamics of Affect", por R. L. Solomon y J. D. Corbit, 1974, *Psychological Review*, 81, pp. 119-145. Derechos reservados © 1974 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

La presentación de un estímulo activador de la emoción, al inicio, provoca lo que se conoce como **proceso primario** o **proceso *a***, el cual es responsable de la calidad del estado emocional (por ejemplo, felicidad) que ocurre en presencia del estímulo. A su vez, se supone que el proceso primario, o *proceso a*, provoca un **proceso oponente**, o **proceso *b***, que genera la reacción emocional opuesta (por ejemplo, irritabilidad y disforia). Como el proceso oponente es activado por la reacción primaria, se rezaga respecto a la alteración emocional primaria.

Mecanismos oponentes durante la exposición inicial al estímulo

La figura 2.15 muestra la forma en que los procesos primario y oponente determinan las respuestas iniciales de un organismo ante un estímulo activador de emoción. Los procesos primario y oponente subyacentes se representan en la parte inferior de la figura. Los efectos netos de esos procesos (las reacciones emocionales observadas) se representan en el panel superior. Cuando el estímulo se presenta por primera vez, el proceso *a* ocurre sin la oposición del proceso *b*. Esto permite que la reacción emocional primaria alcance muy pronto su punto más alto. El proceso *b* se activa luego y empieza a oponerse al proceso *a*. Sin embargo, el proceso *b* no es lo bastante fuerte como para contrarrestar del todo la respuesta emocional primaria, misma que persiste mientras está presente el estímulo provocador. Cuando el estímulo se retira, el proceso *a* cesa rápidamente, pero el proceso *b* permanece por un rato más. En este punto, no hay nada a lo que se oponga el proceso *b* por lo que, por primera vez, se hacen evidentes las respuestas emocionales características del proceso oponente.

**FIGURA 2.16**

Mecanismo del proceso oponente que produce los cambios afectivos a un estímulo habituado. Las reacciones emocionales observadas se representan en el panel superior. Los procesos oponentes subyacentes se representan en el panel inferior. Observe que el proceso *b* empieza poco después del inicio del proceso *a* y que es mucho más fuerte que en la figura 2.15. Además, el proceso *b* termina mucho después que el proceso *a*. Debido a esos cambios en el proceso *b*, la respuesta emocional primaria es casi invisible mientras está presente el estímulo, pero la reacción afectiva posterior es muy fuerte. (Tomado de "An Opponent Process Theory of Motivation: I. The Temporal Dynamics of Affect", por R. L. Solomon y J. D. Corbit, 1974, *Psychological Review*, 81, pp. 119-145. Derechos reservados © 1974 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

Mecanismos oponentes después de una exposición prolongada al estímulo

La figura 2.16 muestra la forma en que operan los procesos primario y oponente luego de una exposición prolongada al estímulo. Como se advirtió antes, un estímulo muy familiar no provoca reacciones emocionales fuertes, pero la reacción afectiva posterior tiende a ser más fuerte. La teoría del proceso oponente explica este resultado al suponer que el proceso *b* se fortalece con la exposición repetida. Éste se activa más pronto posterior al inicio del estímulo, su intensidad máxima se hace más grande y decae más lentamente cuando se suspende el estímulo. Debido a esos cambios, la presentación repetida del estímulo provocador logra que el proceso oponente contrarreste con más eficacia las respuestas emocionales primarias. Una consecuencia asociada al crecimiento del proceso oponente es que la reacción afectiva posterior se vuelve más fuerte al retirar el estímulo (figura 2.16).

Posefectos oponentes y motivación

Si los efectos placenteros primarios de una droga psicoactiva desaparecen para los consumidores habituales, ¿por qué siguen consumiendo la droga? ¿Por qué se hacen dependientes? La teoría del proceso oponente sugiere que la dependencia a las drogas es principalmente un intento por reducir la aversión de la reacción afectiva posterior de las drogas, como las malas resacas, el "bajón" de las anfetaminas y la irritabilidad que resulta de no fumar el cigarrillo habitual. A partir de su exhaus-

tiva revisión de la investigación sobre emoción y cognición, Baker *et al.* (2004), propusieron un modelo de procesamiento afectivo de la dependencia a las drogas que se basa en los conceptos del proceso oponente y concluye que “los adictos a las drogas, mantienen su consumo en buena parte para controlar su sufrimiento” (p. 34) (véanse también Baker, Brandon y Chassin, 2004; Ettenberg, 2004).

La interpretación del proceso oponente de la dependencia a las drogas como un escape del sufrimiento provocado por la abstinencia también es apoyada por una cantidad importante de evidencias provenientes de la neurociencia. En su revisión reciente de dicha evidencia, Koob y Le Moal (2008) concluyeron que el consumo prolongado de la droga produce una reducción en la actividad de los circuitos cerebrales asociados con la recompensa y el fortalecimiento de mecanismos neurales oponentes conocidos como el circuito *antirrecompensa*. La conducta de búsqueda de la droga es reforzada en gran medida por el hecho de que su consumo reduce la actividad en el circuito antirrecompensa. Como señalaron, “la combinación de las disminuciones en la función de recompensa del neurotransmisor y el reclutamiento de sistemas antirrecompensa proporciona una fuente poderosa de reforzamiento negativo que contribuye a la conducta compulsiva de búsqueda de la droga y a la dependencia” (p. 38). Por ende, los adictos a las drogas no son “atrapados” por el placer que obtienen de la droga (dado que la actividad en el circuito de recompensa es reducida por el consumo crónico de la droga). Más bien, consumen la droga para reducir los dolores de la abstinencia. (Para un punto de vista alternativo, consulte Robinson y Berridge, 2003.)

COMENTARIOS FINALES

La calidad de vida y la sobrevivencia misma dependen de una coordinación intrincada de la conducta con las complejidades del ambiente. La conducta provocada representa una de las formas fundamentales en que el comportamiento de todos los animales, de los organismos unicelulares a las personas, se adapta a los eventos del ambiente.

La conducta provocada adopta muchas formas, que van desde los reflejos simples mediados por apenas tres neuronas hasta las reacciones emocionales complejas. Aunque la conducta provocada ocurre como reacción a un estímulo, no es invariable ni rígida. De hecho, una de sus características distintivas es que es modificada por la experiencia. Si un estímulo provocador no activa al organismo, la presentación repetida del estímulo provocará respuestas cada vez más débiles (un efecto de habituación). Si el organismo se encuentra en un estado de activación, la respuesta provocada aumentará (un efecto de sensibilización).

Las presentaciones repetidas de un estímulo provocador producen cambios tanto en las respuestas simples como en las reacciones emocionales más complejas. Los organismos tienden a minimizar los cambios en el estado emocional causados por estímulos externos. De acuerdo con la teoría motivacional del proceso oponente, las respuestas emocionales estimuladas por un suceso ambiental son contrarrestadas por un proceso oponente en el organismo. Si la emoción provocada originalmente es gratificante, el proceso oponente activará circuitos antirrecompensa y generará un estado aversivo. Se supone que el proceso compensatorio, u oponente, se hace más fuerte cada vez que se activa. La dependencia a las drogas involucra esfuerzos por minimizar la naturaleza

aversiva de los procesos oponentes o antirrecompensa asociados al consumo repetido de la droga.

La habituación, la sensibilización y los cambios en la fuerza de los procesos oponentes son los mecanismos más simples por medio de los cuales los organismos ajustan sus reacciones a los eventos ambientales con base en su experiencia previa.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa la forma en que la conducta provocada puede estar involucrada en las interacciones sociales complejas como la lactancia.
2. Describa los estímulos signo que participan en el control de la conducta humana.
3. Compare la conducta apetitiva y consumatoria y describa cómo se relacionan con la búsqueda general, la búsqueda focalizada y la manipulación de la comida.
4. Describa los componentes de la respuesta de sobresalto y la forma en que ésta puede ser sensibilizada.
5. Describa la distinción entre habituación, adaptación sensorial y fatiga.
6. Describa los dos procesos de la teoría del proceso dual de la habituación y la sensibilización y las diferencias entre esos procesos.
7. Describa cómo participan la habituación y la sensibilización en la regulación de la emoción y la dependencia a las drogas.

TÉRMINOS CLAVE

adaptación sensorial Disminución temporal en la sensibilidad de los órganos sensoriales provocada por la estimulación repetida o excesiva.

arco reflejo Estructuras neurales que constan de la neurona aferente (sensorial), la interneurona y la neurona eferente (motora) y que permiten que un estímulo provoque una respuesta refleja.

conducta apetitiva Conducta que ocurre al inicio de una secuencia natural de conducta y que permite poner al organismo en contacto con un estímulo liberador. (Véase también *modo de búsqueda general* y *modo de búsqueda focalizada*.)

conducta consumatoria Conducta que permite llevar a una secuencia natural de conducta a su culminación o finalización. Las respuestas consumatorias por lo regular son patrones de acción modal típicos de la especie. (Véase también *modo de manipulación de la comida*.)

efecto de habituación Disminución progresiva de la fuerza de la conducta provocada que puede ocurrir con la presentación repetida del estímulo provocador.

efecto de sensibilización Incremento en la fuerza de la conducta provocada que puede ser resultado de la presentación repetida del estímulo provocador o de la exposición a un estímulo externo intenso.

estímulo liberador Lo mismo que *estímulo signo*.

estímulo signo Característica específica de un objeto o animal que provoca un patrón de acción modal en otro organismo. Se conoce también como *estímulo liberador*.

estímulo supranormal Estímulo signo agrandado o exagerado de manera artificial que provoca una respuesta inusualmente vigorosa.

fatiga Disminución temporal de la conducta ocasionada por el uso repetido o excesivo de los músculos involucrados en la conducta.

- interneurona** Neurona de la médula espinal que transmite impulsos de las neuronas aferentes (o sensoriales) a las eferentes (o motoras).
- modo de búsqueda focalizada** El segundo componente de la secuencia de conducta de alimentación, posterior a la búsqueda general, en el cual el organismo inicia la conducta enfocada en una ubicación o estímulo particular que indica la presencia de alimento. La búsqueda focalizada es una forma de conducta apetitiva que se relaciona más estrechamente con la comida que la búsqueda general.
- modo de búsqueda general** El primer componente de la secuencia de conducta alimenticia en que el organismo inicia la conducta locomotora. La búsqueda general es una forma de conducta apetitiva.
- modo de manipulación e ingestión de la comida** El último componente de la secuencia de conducta de alimentación en que el organismo manipula y consume el alimento. Es similar a lo que los etólogos llamaban *conducta consumatoria*.
- neurona aferente** Neurona que transmite mensajes de los órganos sensoriales al sistema nervioso central. Se conoce también como *neurona sensorial*.
- neurona eferente** Neurona que transmite impulsos a los músculos. También se conoce como *neurona motora*.
- neurona motora** Lo mismo que *neurona eferente*.
- neurona sensorial** Lo mismo que *neurona aferente*.
- patrón de acción modal (PAM)** Patrón de respuesta exhibido de forma muy similar por la mayoría de los miembros de una especie. Los patrones de acción modal se utilizan como unidades básicas de conducta en las investigaciones etológicas del comportamiento.
- proceso a** Lo mismo que *proceso primario* en la teoría motivacional del proceso oponente.
- proceso b** Lo mismo que *proceso oponente* en la teoría motivacional del proceso oponente.
- proceso de habituación** Mecanismo neural activado por la repetición de un estímulo que reduce la magnitud de las respuestas provocadas por dicho estímulo.
- proceso de sensibilización** Mecanismo neural que incrementa la magnitud de las respuestas provocadas por un estímulo.
- proceso oponente** Mecanismo compensatorio que ocurre en respuesta al proceso primario provocado por eventos biológicamente significativos. El proceso oponente ocasiona cambios fisiológicos y conductuales que son contrarios a los causados por el proceso primario. Se denomina también proceso *b*.
- proceso primario** El primer proceso que es provocado por un estímulo biológicamente significativo. Se conoce también como proceso *a*.
- recuperación espontánea** Recuperación de una respuesta producida por un periodo de descanso luego de la habituación o la extinción. (La extinción se revisa en el capítulo 9.)
- sistema E-R** La vía neural más corta que conecta al órgano sensorial estimulado por un estímulo provocador con los músculos que participan en la producción de la respuesta provocada.
- sistema de estado** Estructuras neurales que determinan el nivel general de receptividad o tendencia a responder del organismo.
- tolerancia a la droga** Reducción en la efectividad de una droga como resultado de su consumo repetido.

Condicionamiento clásico: fundamentos

Los primeros años del condicionamiento clásico

Los descubrimientos de Vul'fson y Snarskii
El paradigma del condicionamiento clásico

Situaciones experimentales

Condicionamiento del temor
Condicionamiento palpebral
Seguimiento de señales
Aprender qué sabe bien o mal

Procedimientos del condicionamiento pavloviano excitatorio

Procedimientos comunes del
condicionamiento pavloviano
Medición de las respuestas condicionadas

Procedimientos de control
en el condicionamiento clásico
Efectividad de los procedimientos comunes
de condicionamiento

Condicionamiento pavloviano inhibitorio

Procedimientos del condicionamiento
inhibitorio
Medición de la inhibición condicionada

Predominio del condicionamiento clásico

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO
TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

El capítulo 3 presenta una introducción a otra forma básica de aprendizaje: el condicionamiento clásico. Las investigaciones en torno al condicionamiento clásico empezaron con el trabajo de Pavlov, quien estudió la forma en que los perros aprenden a anticipar la comida. Desde entonces, la investigación se ha extendido a una diversidad de organismos y sistemas de respuesta. Algunos procedimientos de condicionamiento clásico establecen una asociación excitatoria entre dos estímulos y permiten activar la conducta. Otros procedimientos permiten aprender a inhibir la operación de las asociaciones excitatorias. Se describirán ambos procedimientos de condicionamiento, excitatorio e inhibitorio, y se analizará su participación en varias experiencias importantes de la vida.

En el capítulo 2 se describió la forma en que los eventos del entorno pueden provocar conducta y la manera en que la sensibilización y la habituación pueden modificarla. Esos procesos relativamente simples son útiles para ajustar la conducta de los organismos a su ambiente. Sin embargo, si los animales humanos y no humanos sólo dispusieran de los mecanismos conductuales descritos en el capítulo 2, estarían limitados en cuanto al tipo de cosas que podrían hacer. En su mayor parte, la habituación y la sensibilización implican aprender acerca de un solo estímulo. No obstante, los eventos del mundo no ocurren en aislamiento, y muchas de nuestras experiencias consisten más bien en secuencias predecibles y organizadas de estímulos. Cada suceso significativo (como el abrazo de un amigo) es precedido por otros eventos (el amigo que se acerca con los brazos extendidos) que forman parte de lo que conduce al resultado objetivo.

En el mundo, las relaciones causales aseguran que ciertas cosas ocurren en combinación con otras. El motor de su automóvil no encenderá hasta que accione el encendido; no es posible salir por una puerta a menos que ésta se haya abierto de antemano; no llueve a menos que haya nubes en el cielo. Las instituciones y las costumbres sociales también garantizan que los eventos ocurran en un orden predecible. Las clases se programan en horarios predecibles; es de esperar que la gente se vista de forma diferente para ir a la iglesia que para un picnic; es más probable que una persona que sonríe se comporte de manera amistosa que una que frunce el ceño. Aprender a predecir los eventos en el medio y qué estímulos suelen ocurrir juntos es importante para adecuar la conducta al ambiente. Imagine lo problemático que sería si no pudiese predecir cuánto tiempo se ocupa preparar el café, cuándo es probable que estén abiertas las tiendas o si su llave le permitirá abrir la puerta de su casa.

El condicionamiento clásico es el mecanismo más sencillo por el que los organismos aprenden las relaciones entre ambos eventos; esta forma de condicionamiento permite a los animales, humanos y no humanos, sacar ventaja sobre la secuencia ordenada de los eventos de su entorno para posteriormente iniciar la acción apropiada en la anticipación de lo que está a punto de suceder. Por ejemplo, el condicionamiento clásico es el proceso por el cual aprendemos a predecir cuándo y qué podemos comer, cuándo es probable que

enfrentemos peligro o que estemos seguros. También participa en el aprendizaje de nuevas reacciones emocionales (temor o placer) ante los estímulos que han quedado asociados con un evento significativo.

LOS PRIMEROS AÑOS DEL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO

Los estudios sistemáticos del condicionamiento clásico comenzaron con el trabajo del genial fisiólogo ruso Pavlov (recuadro 3.1), aunque también fue descubierto, de manera independiente, por Edwin Twitmyer en una tesis doctoral presentada en la Universidad de Pennsylvania en 1902 (Twitmyer, 1974). Twitmyer probó repetidamente el reflejo patelar en estudiantes universitarios haciendo sonar una campana 0.5 segundos antes de golpear el tendón patelar, justo debajo de la rótula. Después de varios ensayos de este tipo, la sola campana provocaba el reflejo patelar en algunos de los participantes. Sin embargo, Twitmyer no exploró las implicaciones más amplias de sus descubrimientos por lo que sus hallazgos no tuvieron la atención debida.

Los estudios de Pavlov, relativos al condicionamiento clásico, fueron una extensión de su investigación sobre los procesos digestivos. Además hizo grandes avances en el estudio de la digestión, a partir del desarrollo de técnicas quirúrgicas, las cuales le permitieron recolectar diversos jugos digestivos. Por ejemplo, gracias al uso de una fístula estomacal pudo recoger las secreciones estomacales en perros que llevaban una vida normal. Los técnicos del laboratorio descubrieron que los perros secretaban jugos estomacales en respuesta a la vista de la comida, o incluso al ver a la persona que solía alimentarlos. A partir de este descubrimiento el laboratorio comenzó a producir grandes cantidades de jugos estomacales, vendiendo los excedentes a la población general como remedio para diversos males estomacales, lo que ayudó a complementar el ingreso del laboratorio.

Los asistentes del laboratorio se referían a las secreciones estomacales, provocadas por los estímulos relacionados con la comida, como *secreciones psíquicas*, pues parecían ser la respuesta a la expectativa o pensamiento en la comida. Sin embargo, el fenómeno de las secreciones psíquicas generaron poco

RECUADRO 3.1

Esbozo biográfico de Ivan P. Pavlov

Nació, en 1849, en la familia de un sacerdote ruso, y dedicó su vida a la erudición y el descubrimiento. Recibió la educación temprana en un seminario teológico local y tenía planeado dedicarse al servicio religioso. Sin embargo, sus intereses cambiaron y cuando tenía 21 años, ingresó a la Universidad de San Petersburgo donde se interesó en el estudio de la química y la fisiología animal. Después de obtener el equivalente a la licenciatura, en 1875 ingresó a la Academia Imperial de Medicina y Cirugía para

continuar su educación en fisiología. Ocho años más tarde, recibió su grado doctoral por la investigación sobre los nervios eferentes del corazón y luego comenzó la investigación de varios aspectos de la fisiología digestiva. En 1888 descubrió los nervios que estimulan las secreciones digestivas del páncreas, hallazgo que inició una serie de experimentos por los cuales fue galardonado con el Premio Nobel de Fisiología en 1904.

Aunque Pavlov realizó muchas investigaciones originales mientras

estudiaba el posgrado y después de obtener su grado doctoral, no obtuvo un puesto docente ni su propio laboratorio, sino hasta 1890, cuando fue designado profesor de farmacología en la Academia Médico Militar de San Petersburgo. En 1895 se convirtió en profesor de fisiología en la misma institución. Mantuvo su actividad en el laboratorio hasta cerca de su muerte en 1936. De hecho, buena parte de la investigación por la que hoy es famoso fue realizada después que recibió el Premio Nobel.

interés científico hasta que Pavlov reconoció que podían utilizarse para estudiar los mecanismos del aprendizaje asociativo, así como para obtener información sobre las funciones del sistema nervioso (Pavlov, 1927). Como muchos grandes científicos, las contribuciones de Pavlov no fueron importantes sólo por haber descubierto algo nuevo, sino porque entendió cómo colocar ese descubrimiento en un marco conceptual convincente.

Los descubrimientos de Vul'fson y Snarskii

Los primeros estudios sistemáticos del condicionamiento clásico fueron realizados en el laboratorio de Pavlov por los estudiantes S. G. Vul'fson y A. T. Snarskii (Boakes, 1984; Todes, 1997). Ambos se enfocaron en las glándulas salivales, que son las primeras glándulas digestivas que participan en la descomposición de la comida. Algunas de las glándulas salivales son bastante grandes con conductos accesibles que es fácil exteriorizar por medio de una fístula (figura 3.1). Vul'fson estudió las respuestas salivales a varias sustancias colocadas en la boca de los perros, como: comida seca, comida húmeda, agua ácida y arena. Después de haber colocado repetidamente esas sustancias, la sola vista de éstas era suficiente para hacerlos salivar.

Mientras Vul'fson empleó sustancias naturales en sus estudios, Snarskii extendió esas observaciones a sustancias artificiales. En un experimento, dio a sus perros primero un líquido ácido (por ejemplo, jugo fuerte de limón) coloreado artificialmente de negro. Luego de varios encuentros con el líquido ácido negro, los perros salivaban también ante el agua simple negra o ante la visión de una botella que contenía un líquido negro.

Las sustancias probadas por Vul'fson y Snarskii podían identificarse visualmente a la distancia y producían además sensaciones distintivas de textura y sabor en la boca. Esas sensaciones se conocen como *estímulos orosensoriales*. La primera vez que se colocaba la arena en la boca del animal, sólo la sensación de la arena en la boca provocaba salivación. Sin embargo, después que la arena había sido colocada en la boca varias veces, la vista de la arena (sus características visuales) también provocaba la salivación. Supuestamente, el perro aprendía a asociar las características visuales de la arena con sus características orosensoriales. Este tipo de asociación se denomina **aprendizaje de objeto**.

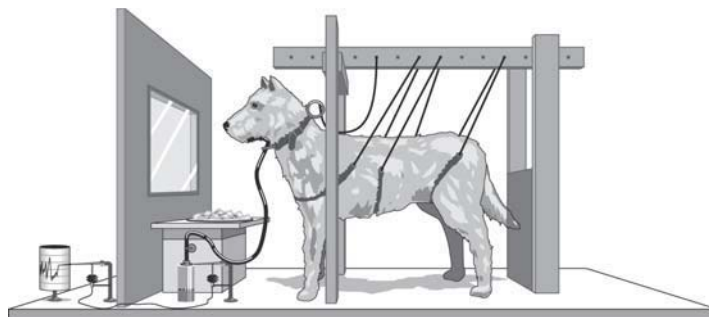


FIGURA 3.1

Diagrama de la preparación de condicionamiento pavloviano salival. Una cánula sujeta al conducto salival del animal lleva las gotas de saliva a un artefacto de registro de datos. ("The Method of Pavlov in Animal Psychology" por R. M. Yerkes y S. Morgulis, 1909, *Psychological Bulletin*, 6, pp. 257-273.)

Para estudiar los mecanismos del aprendizaje asociativo, los estímulos que van a asociarse deben tratarse de manera independiente uno del otro, lo cual resulta difícil cuando los dos estímulos son propiedades del mismo objeto. Consecuentemente, en estudios posteriores del condicionamiento, Pavlov empleó procedimientos en que los estímulos a asociar provenían de diferentes fuentes. Esto condujo a los métodos experimentales que dominan hasta la fecha los estudios del condicionamiento clásico. No obstante, los estudios contemporáneos ya no se realizan con perros.

El paradigma del condicionamiento clásico

El procedimiento básico de Pavlov para el estudio de la salivación condicionada es familiar para muchos. El procedimiento involucra dos estímulos, el primero es un tono o una luz que al principio del experimento no provocan salivación, y el segundo es comida o el sabor de una solución ácida colocada en la boca. En contraste con la luz o el tono, la comida o el sabor ácido provocan una vigorosa salivación desde la primera vez que se presentan.

Pavlov se refirió al tono o a la luz como el **estímulo condicional**, ya que su efectividad para provocar la salivación dependía de (o era *condicional* a) que fuera emparejado varias veces con la presentación de la comida. En contraste, llamó **estímulo incondicional** a la comida o el sabor ácido porque su efectividad para provocar la salivación no dependía de ningún entrenamiento previo. La salivación que a la larga llegaba a ser provocada por el tono o la luz se denominó **respuesta condicional** y la que siempre era provocada por la comida o el sabor ácido se designó como **respuesta incondicional**. De este modo, los estímulos y las respuestas cuyas propiedades no dependían del entrenamiento previo se llamaron *incondicionales* mientras que los estímulos y las respuestas cuyas propiedades sólo aparecían después del entrenamiento se denominaron *condicionales*.

En la primera traducción al inglés de los trabajos de Pavlov, el término *incondicional* se tradujo equivocadamente como *incondicionado* y *condicional* se tradujo como *condicionado*. Durante muchos años sólo se utilizó el sufijo *-ado*; sin embargo, el término *condicionado* no capta el significado original de Pavlov de “dependiente de” con tanta precisión como el término *condicional* (Gantt, 1966).

Dada la frecuencia con que se emplean los términos estímulo condicionado e incondicionado, así como respuesta condicionada e incondicionada en las revisiones del condicionamiento clásico, suelen ser abreviados. Las abreviaturas del estímulo condicionado y de la respuesta condicionada son **EC** y **RC**, respectivamente; y las del estímulo incondicionado y de la respuesta incondicionada son **EI** y **RI**, respectivamente.

SITUACIONES EXPERIMENTALES

El condicionamiento clásico ha sido investigado en diversas situaciones y especies (Domjan, 2005; Hollis, 1997; Turkkan, 1989). Pavlov realizó la mayor parte de sus experimentos con perros, usando la técnica de la fístula salival. La mayoría de los experimentos contemporáneos sobre el condicionamiento pavloviano se realizan con ratas domesticadas, conejos y palomas usando procedimientos desarrollados por científicos estadounidenses durante la segunda mitad del siglo xx.

Condicionamiento del temor

Luego del trabajo inicial de Watson y Rayner (1920/2000), los investigadores del condicionamiento pavloviano centraron su atención en el condicionamiento de las reacciones emocionales. Watson y Rayner creían en un principio que la reactividad emocional de los infantes era limitada, por lo que suponían que “debe haber algún método simple mediante el cual aumenta considerablemente la diversidad de estímulos que provocan esas emociones y sus componentes”. (p. 313). Ese método sencillo fue el condicionamiento pavloviano. En una famosa demostración, Watson y Rayner condicionaron una respuesta de miedo en un bebé de nueve meses, ante la presencia de una dócil rata blanca de laboratorio.

Había poco a lo que el niño le tuviera miedo; pero después de probar con diversos estímulos, Watson y Rayner encontraron que reaccionaba con inquietud cuando escuchaba a sus espaldas el fuerte ruido de una barra de acero al ser golpeada por un martillo. Watson y Rayner usaron luego este atemorizante estímulo incondicionado para condicionar el temor a la rata blanca. Cada ensayo de condicionamiento consistía en presentarle la rata al niño y luego golpear la barra de acero. Al principio, el niño extendía la mano para agarrar la rata cuando se le presentaba. Pero después de sólo dos ensayos de condicionamiento se mostró renuente a tocar al animal. Luego de otros cinco ensayos de condicionamiento, mostró fuertes respuestas de temor ante la rata. Gimoteaba o lloraba, se alejaba de la rata tanto como podía y en ocasiones se caía y se escabullía gateando. Un hecho significativo es que no mostraba esas respuestas de temor cuando se le presentaban sus cubos de juguete. Sin embargo, el miedo condicionado se generalizó a otras cosas peludas (un conejo, un abrigo de pieles, un ovillo de algodón, un perro y una máscara de Santa Claus).

El miedo y la ansiedad son fuentes de gran desasosiego para los seres humanos y, si son lo bastante severos pueden dar lugar a graves problemas psicológicos y conductuales. Existe bastante interés en saber de qué forma se adquieren la ansiedad y el temor, cuáles son los mecanismos neurales del miedo y cómo puede atenuarse éste con tratamientos farmacológicos y conductuales (Craske, Hermans y Vansteenwegen, 2006; Kirmayer, Lemelson y Barad, 2007). Muchas de esas preguntas no pueden tocarse de manera experimental en sujetos humanos (al menos no en principio), por lo que la mayor parte de la investigación, sobre el condicionamiento del temor, se ha realizado con ratas y ratones de laboratorio. En esos estudios el EI aversivo es una breve descarga eléctrica aplicada a través de la rejilla metálica del piso. Se utiliza la descarga porque puede regularse con gran precisión y porque su intensidad puede ajustarse de modo que no se ocasione daño físico. Es aversiva sobre todo porque, a diferencia de cualquier otra cosa que el animal haya encontrado antes, le produce alarma. El EC puede ser un estímulo diferenciado (como un tono o una luz) o las señales contextuales del lugar donde se encontró el estímulo aversivo.

A diferencia del niño, quien mostró señales de miedo con llanto y gimoteos, las ratas muestran su temor inmovilizándose. La inmovilización (o congelamiento) es una respuesta de defensa típica que ocurre en diferentes especies en respuesta a la anticipación de la estimulación aversiva (consulte el capítulo 10). Es probable que la inmovilización haya evolucionado como una conducta defensiva, ya que no es fácil que los depredadores vean a los animales inmóviles. Por ejemplo, es difícil distinguir a un ciervo que permanece inmóvil en el bosque,

pues su coloración se mezcla con los colores de la corteza y de las hojas; pero en cuanto empieza a moverse se le puede ubicar.

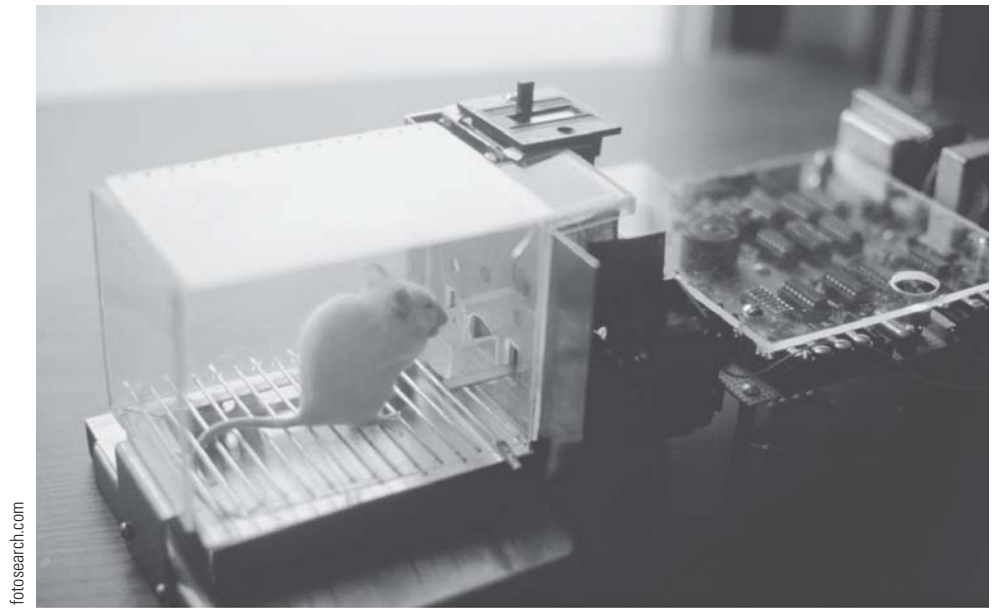
La inmovilización se define como la inactividad del cuerpo (salvo la respiración) y la ausencia de movimiento de los bigotes asociados con el olfateo (Bouton y Bolles, 1980). La medición directa de la inmovilización es un indicador del temor condicionado que se ha vuelto popular, en especial en los estudios neurobiológicos del temor (Fendt y Fanselow, 1999; Quinn y Fanselow, 2006). Sin embargo, los investigadores también usan dos diferentes medidas indirectas de inmovilidad, y ambas implican la supresión de la conducta en curso y por ende se conocen como procedimientos de **supresión condicionada**. En un caso, la conducta en curso que se mide es el lengüeteo del bebedero. Los animales son sometidos a una ligera privación de líquido y consiguientemente están más dispuestos a lengüetear cuando son colocados en una cámara experimental. Si se presenta un EC temido (como un tono), se suprime su conducta de lengüeteo y les lleva más tiempo dar un número específico de lengüeteos. La latencia para completar cierto número de lengüetazos se utiliza como indicador conductual del temor condicionado. Aunque el **procedimiento de supresión del lengüeteo** se ideó hace más de 40 años (Leaf y Muller, 1965), sigue siendo popular en la investigación contemporánea (Urcelay y Miller, 2008a).

Otra técnica destacada para la medición indirecta del miedo condicionado es el procedimiento de la **respuesta emocional condicionada (REC)** concebido por Estes y Skinner (1941). En este procedimiento las ratas son entrenadas para presionar una palanca y así obtener recompensa alimenticia en una pequeña cámara experimental (figura 3.2A). Esta actividad de presionar la palanca proporciona la línea base conductual para la medición del temor. Una vez que las ratas están presionando la palanca a una tasa estable, se inicia el condicionamiento del miedo, el cual consiste en el emparejamiento de un tono o una luz con una breve descarga. A medida que éstas adquieren el temor condicionado, llegan a suprimir la presión de la palanca durante el EC (Kamin, 1965).

Para medir la supresión de la presión de la palanca se calcula una razón de supresión. La razón compara el número de presiones de la palanca que ocurren durante el EC con el número que ocurre durante un periodo comparable de línea base antes de presentar el EC (el periodo previo al EC). La fórmula específica es la siguiente:

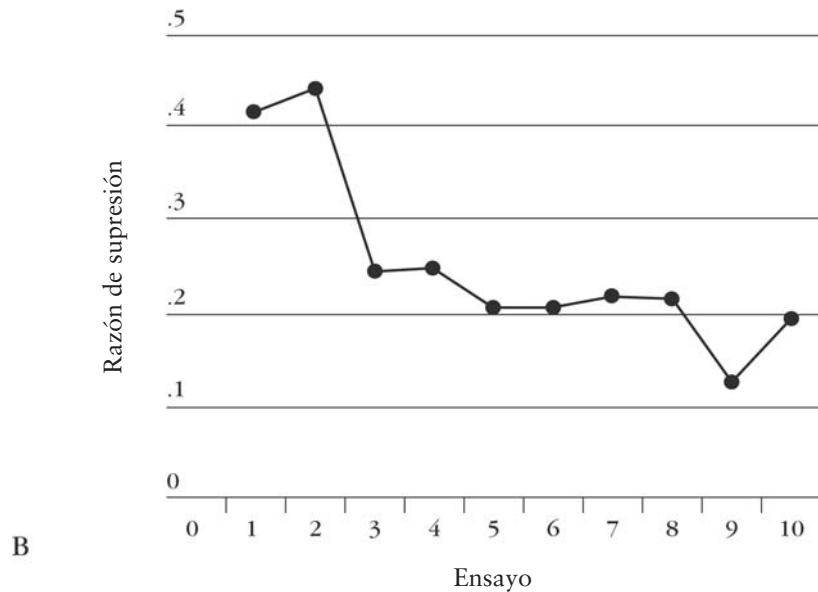
$$\text{Razón de supresión} = \frac{\text{Respuesta durante el EC}}{\text{Respuesta durante el periodo previo al EC} + \text{Respuesta durante el EC}} \quad (3.1)$$

Advierta que la *razón de supresión* tiene un valor de cero si la rata suprime por completo la presión de palanca durante el EC ya que, en ese caso, el numerador de la fórmula es cero. En el otro extremo, si la rata no modifica en absoluto la tasa con que presiona la palanca cuando está presente el EC, la razón tiene un valor de 0.5. Por ejemplo, supongamos que el EC se presenta por dos minutos y que en un periodo típico de dos minutos una rata emite 30 respuestas. Si el EC no afecta la presión de la palanca, el animal emitirá 30 respuestas en presencia del EC, por lo que el numerador de la razón será 30. El denominador será 30 (respuestas durante el EC) + 30 (respuestas previas al EC), o 60. Por consiguiente, la razón será 30/60 o 0.5. La disminución de los valores de la razón de 0.5 a 0 indica mayor grado de supresión de la respuesta o temor condicionado. Es decir, la escala es inversa. Las mayores interrupciones de la presión de palanca son representadas por los valores más bajos de la razón de supresión.



fotosearch.com

A



B

FIGURA 3.2

A) La rata presiona la palanca para obtener comida en una cámara de condicionamiento que también permite la presentación de una señal auditiva como EC y una descarga breve como EI. B) Adquisición de supresión condicionada ante un clic (EC) emparejado con una descarga. Durante cinco días se realizaron diariamente dos ensayos de condicionamiento. Las razones de supresión más cercanas a cero indican mayores grados de supresión de la presión de palanca durante el EC y mayor temor condicionado. (Waddell, Morris y Bouton, 2006.)

La figura 3.2B muestra los resultados de un experimento de supresión condicionada con ratas. Durante cada uno de los cinco días de entrenamiento se realizaron dos ensayos de condicionamiento. La primera vez que se presentó el EC ocurrió muy poca supresión y durante el primer día de entrenamiento no se hizo evidente mucha adquisición de la supresión. No obstante, entre el último ensayo del día 1 (ensayo 2) y el primer ensayo del día 2 (ensayo 3) ocurrió un incremento considerable en la supresión. Al continuar el entrenamiento la respuesta se suprimió cada vez más, hasta que se alcanzó una razón de supresión asintótica de alrededor de 0.2.

La interpretación de los datos de la supresión condicionada puede causar confusión, pues la escala es inversa. Recuerde que una razón de supresión de 0 indica cero respuestas durante el EC, lo cual representa la mayor supresión posible de la presión de palanca. Entre más pequeña sea la razón de supresión, más inmóvil está el animal porque el EC provoca mayor miedo condicionado.

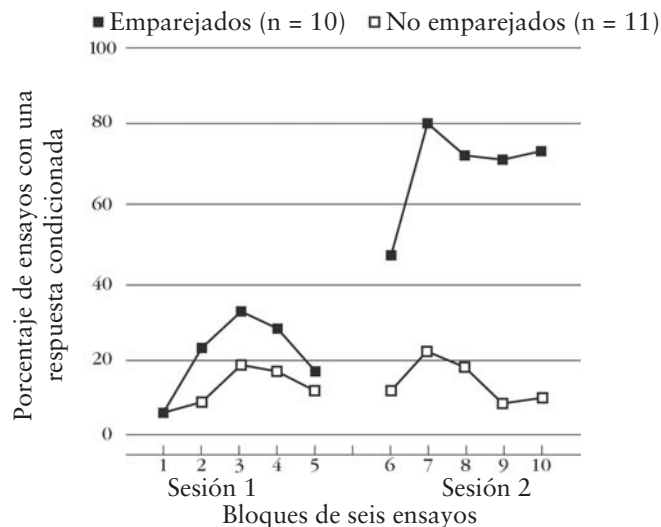
El procedimiento de supresión condicionada también ha sido adaptado para experimentos con sujetos humanos. En ese caso, la línea base conductual es proporcionada por la actividad en un videojuego (Arcediano, Ortega y Matute, 1996; Nelson y del Carmen Sanjuan, 2006).

Condicionamiento palpebral

Como se mencionó en el capítulo 2, el reflejo de parpadeo (o palpebral) es un componente inicial de la respuesta de sobresalto y ocurre en diversas especies. Para hacer que alguien parpadee, lo único que se tiene que hacer es aplaudir o dirigir un soplo de aire a los ojos. Si el soplo de aire es precedido por un tono breve, la persona aprenderá a parpadear cuando se presente el tono, en anticipación del soplo de aire.

Debido a su simplicidad, el condicionamiento palpebral se investigó de manera exhaustiva en estudios con participantes humanos al inicio del desarrollo de la teoría del aprendizaje (Hilgard y Marquis, 1940; Kimble, 1961). El condicionamiento palpebral sigue siendo un área de investigación muy activa porque brinda una herramienta poderosa en el estudio de problemas del desarrollo, el envejecimiento y la enfermedad de Alzheimer (Freeman y Nicholson, 2004; Woodruff-Pak, 2001; Woodruff-Pak *et al.*, 2007); también se ha empleado mucho en estudios sobre la neurobiología del aprendizaje. A su vez, este conocimiento se ha utilizado en el condicionamiento palpebral en estudios sobre el autismo, el síndrome de alcoholismo fetal y el trastorno obsesivo compulsivo (Steinmetz, Tracy y Green, 2001).

Un estudio del condicionamiento palpebral en bebés de cinco meses (Ivkovich, Collins, Eckerman, Krasnegor y Stanton, 1999) ilustra la técnica. El EC fue un tono de 1000 cps presentado durante 750 milisegundos y el EI fue un soplo suave de aire dirigido al ojo derecho a través de un tubo de plástico. Cada bebé se sentaba en el regazo de uno de sus padres frente a una plataforma con objetos de colores brillantes que mantenían la atención del niño durante las sesiones experimentales utilizándose cámaras de video para registrar los parpadeos. Para un grupo, el EC terminaba siempre con el soplo de aire y esos ensayos de condicionamiento ocurrían con una separación promedio de 12 segundos. El segundo grupo recibió el mismo número y distribución de presentaciones del EC y el EI, pero en su caso, los estímulos se presentaban de manera explícitamente no emparejada con una separación de cuatro a ocho segundos. Por consiguiente, el segundo grupo fungió como control. Cada participante recibió dos sesiones de entrenamiento con una separación de una semana.

**FIGURA 3.3**

Condicionamiento palpebral en bebés de cinco meses de edad. Para los niños del grupo emparejado, el EC (tono) terminaba con un soplo de aire suave dirigido al ojo. Para los bebés del grupo no emparejado, el tono y el soplo de aire nunca ocurrían juntos. [Adaptado de D. Ivlovich, K. L. Collins, C. O. Eckerman, N. A. Krasnegor y M. E. Stanton (1999). Classical delay eyeblink conditioning in four and five month old human infants. *Psychological Science*, 10, Figura 1. p. 6. Adaptado con autorización de Blackwell Publishing.]

Los resultados del experimento se presentan en la figura 3.3, en términos del porcentaje de ensayos en que los sujetos parpadeaban durante el EC. La tasa de parpadeos de ambos grupos no arrojó diferencias estadísticas durante la primera sesión experimental. Sin embargo, a partir de la segunda sesión el grupo emparejado respondió al EC con una tasa significativamente más alta. Este experimento demuestra puntos importantes acerca de aprendizaje. Primero, que el condicionamiento clásico requiere el emparejamiento de un EC y un EI. En el grupo control no emparejado no se desarrolló la respuesta al EC. Segundo, el aprendizaje no fue observable al principio. Los bebés de grupo emparejado no respondieron mucho en la primera sesión, pero empezaron a aprender que el EC estaba relacionado con el EI. Este aprendizaje se hizo evidente cuando los sujetos regresaron a la situación experimental para una segunda sesión.

El interés reciente por el condicionamiento palpebral en seres humanos surge del considerable progreso logrado en la comprensión de las bases neurobiológicas de este tipo de aprendizaje. Las investigaciones neurobiológicas del condicionamiento palpebral se han realizado sobre todo en estudios con conejos domesticados.

La preparación palpebral en el conejo fue desarrollada por Gormezano (Gormezano, 1966; Gormezano, Kehoe y Marshall, 1983). Los conejos domesticados son ideales para este tipo de investigación pues son sedentarios y rara vez parpadean en ausencia de un soplo de aire o de una irritación del ojo. En un experimento de condicionamiento palpebral, se coloca al conejo en un recinto y se sujeta al equipo que permite la medición de la respuesta de parpadeo. El EI que provoca el parpadeo es proporcionado por un pequeño soplo de aire o la irritación leve de la piel por debajo del ojo con una descarga eléctrica breve (0.1 segundo). El EC puede ser una luz, un tono o una vibración suave en el abdomen del animal.

En el experimento típico de condicionamiento, el EC se presenta por medio segundo y es seguido de inmediato por la presentación del EI, el cual provoca un cierre



RECUADRO 3.2

El condicionamiento palpebral y la búsqueda del engrama

Cuando un organismo aprende algo, los resultados del aprendizaje deben almacenarse en el cerebro. De alguna manera, la red de neuronas que componen nuestro sistema nervioso central es capaz de codificar la relación entre eventos biológicamente significativos y así utilizar esta información para guiar la selección de respuestas que realizará el sujeto. Esta memoria biológica se conoce como *engrama*. La idea tradicional es que el engrama de una RC diferenciada se almacena en regiones localizadas del cerebro, lo cual genera una pregunta básica en neurobiología: ¿dónde se localiza el engrama?

Esta pregunta ha sido estudiada casi durante cuatro décadas por Richard Thompson y sus colaboradores (para revisiones recientes, consulte Fanselow y Poulos, 2005; Steinmetz, Gluck y Solomon, 2001; Thompson, 2005). Thompson reconoció que para poder localizar el engrama era necesario un sistema conductual bien definido en que se especificaran con precisión las condiciones para el aprendizaje y la salida motora. Esas consideraciones lo llevaron a estudiar los mecanismos que subyacen al condicionamiento del parpadeo. En la situación del condicionamiento palpebral, un EC (por ejemplo, un tono) se empareja de manera repetida con un soplo de aire dirigido al ojo (el EI) y adquiere la capacidad de provocar una respuesta defensiva de parpadeo. Al proseguir sus investigaciones neurobiológicas, Thompson estudió el condicionamiento palpebral en conejos.

La búsqueda del engrama empezó con el hipocampo. Los estudios de personas con daño en esta región revelaron que la capacidad para recordar conscientemente un suceso reciente requiere que el hipocampo permanezca intacto. En animales no humanos, se colocaron pequeños electrodos en el hipocampo, lo que permitió registrar la actividad neural

durante el condicionamiento del parpadeo. Esos estudios mostraron que las células de esta región reflejan el aprendizaje de una relación EC-EI. Sin embargo, para sorpresa de muchos investigadores, la extirpación del hipocampo no eliminó la capacidad del animal para adquirir y conservar una respuesta condicionada de parpadeo. De hecho, la extirpación de todas las estructuras cerebrales por arriba del mesencéfalo (figura 3.4A) tuvo poco efecto sobre el condicionamiento palpebral con un procedimiento de condicionamiento de demora. Lo anterior nos muestra que los circuitos esenciales para el condicionamiento palpebral se encuentran dentro de las estructuras neurales inferiores del tallo cerebral y el cerebelo. Experimentos posteriores mostraron claramente que la adquisición de una respuesta condicionada de parpadeo oportuna depende de un circuito neural localizado dentro del cerebelo (Ohyama, Nores, Morphy y Mauk, 2003; Steinmetz *et al.*, 2001).

La RI provocada por un soplo de aire dirigido al ojo es mediada por las neuronas que se proyectan a una región del tallo cerebral conocida como núcleo trigémino (figura 3.4B). Desde ahí, las neuronas siguen dos rutas: una directa y otra a través de la formación reticular, hasta llegar al núcleo craneal motor donde se organiza la salida conductual. Para distinguir la trayectoria se utilizaron tres técnicas básicas: la primera implicó el uso de registros electrofisiológicos para verificar la participación de las neuronas de este circuito neural en la respuesta al EI; la segunda técnica involucró la desactivación del circuito neural, fuera de manera permanente (matando las células) o temporal (por medio de un fármaco o de enfriamiento) para demostrar que el circuito desempeña un papel esencial en la RI de parpadeo. Si el circuito es necesario, la interrupción

de su función debería eliminar la salida conductual, la tercera, se estimuló artificialmente el circuito para demostrar que la actividad del mismo es suficiente para producir la respuesta conductual.

Las mismas técnicas (registro eléctrico, desactivación y estimulación) se han utilizado para identificar la trayectoria neural que media la adquisición y realización de la RC. Como se muestra en la figura 3.4B, la entrada del EC viaja a una región del tallo cerebral conocida como *núcleo pontino*. De ahí es llevada por las fibras musgosas que transmiten la señal al cerebelo. La señal del EI es llevada al cerebelo a través de las fibras trepadoras. Ambas señales se encuentran en la corteza cerebelar donde la actividad coincidente ocasiona una modificación sináptica que altera la salida neural del cerebelo. En esencia, las fibras trepadoras actúan como profesores, seleccionando un subconjunto de conexiones que serán modificadas. Este cambio define las propiedades del estímulo (las características del EC) que iniciarán una respuesta motora diferenciada. Esta salida es mediada por neuronas que se proyectan del núcleo interpósito al núcleo rojo y, por último, al núcleo craneal motor.

A medida que se adquiere una RC de parpadeo, la actividad condicionada se va desarrollando dentro del núcleo interpósito. Las neuronas del núcleo interpósito se proyectan a la trayectoria del EI e inhiben su señal dentro de la oliva inferior. Esto proporciona una forma de retroalimentación negativa que disminuye la eficacia del EI. Algunos investigadores creen que fenómenos como el bloqueo y el ensombrecimiento ocurren porque un EC pronosticado es menos efectivo. En el paradigma palpebral, esto podría ocurrir porque la entrada del EI es inhibida dentro de la oliva inferior. De acuerdo con

(continúa)

RECUADRO 3.2 (continuación)

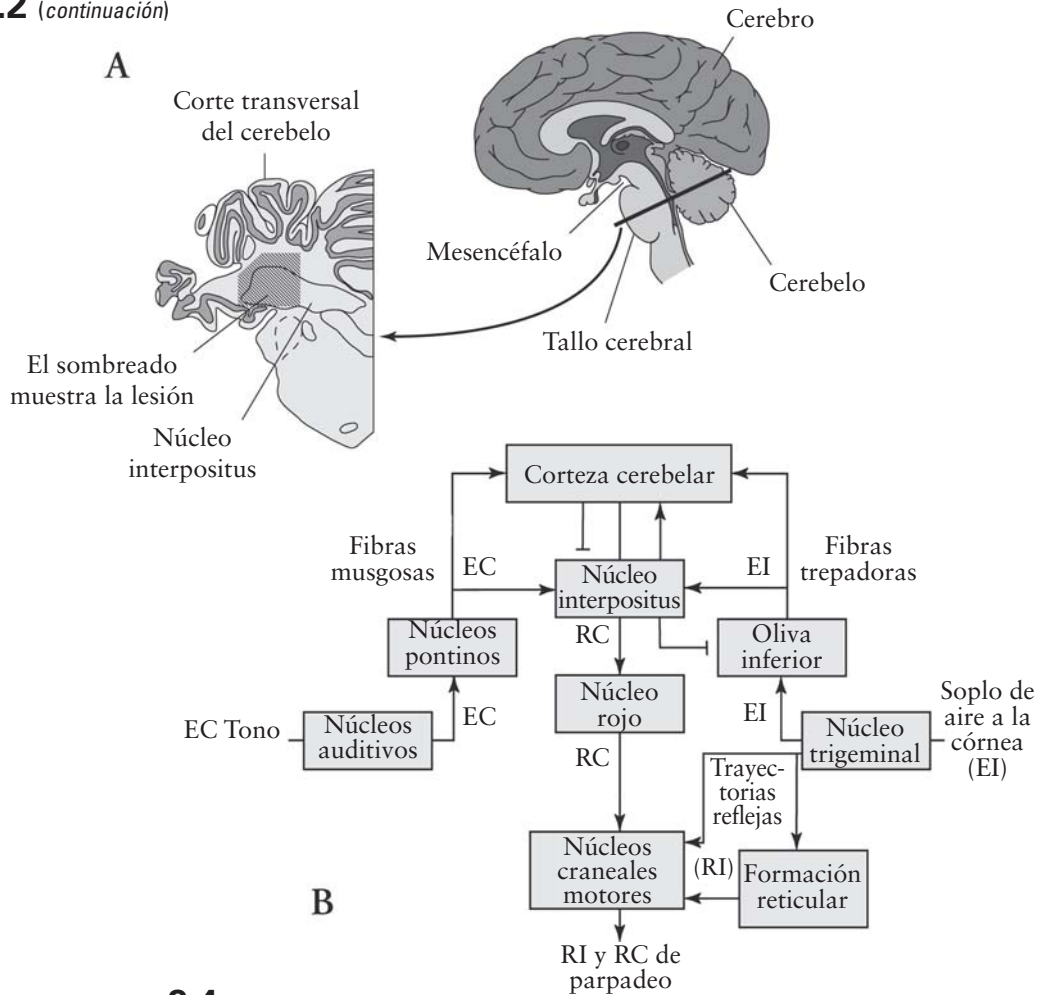


FIGURA 3.4

A) El cerebelo se encuentra en la parte posterior del cerebro, debajo de los lóbulos cerebrales.

B) Diagrama de flujo de los circuitos cerebrales requeridos para el condicionamiento del parpadeo.

(Adaptado de Thompson, 1993.)

esa predicción, Kim *et al.* (1998) demostraron que la eliminación de esta fuente de inhibición anulaba el efecto de bloqueo.

Antes advertimos que el hipotálamo no se necesita para el condicionamiento simple de demora. Sin embargo, sí se requiere para formas más complejas de aprendizaje. Un ejemplo se observa en el condicionamiento de huella, en que se inserta un desfase temporal entre el final del EC y el inicio del EI. Un animal

normal puede adquirir fácilmente un parpadeo condicionado entre un EC que termina 0.5 segundos antes del EI; pero no se puede superar esta brecha si se le extirpa el hipotálamo. Se observa un patrón similar de resultados en pacientes amnésicos con daño en el hipocampo (Clark y Squire, 1998). Esos pacientes no pueden recordar conscientemente la relación EC-EI. En ausencia de la memoria explícita, no logran aprender con un procedimiento de condicionamiento

de huella. El aprendizaje con el procedimiento demorado no se ve afectado, aun cuando el paciente no pueda recordar conscientemente la relación EC-EI de una sesión a la siguiente. Curiosamente, la alteración de la conciencia en un sujeto normal mina el reconocimiento de la relación EC-EI con el procedimiento de huella. Una vez más, los sujetos que no pueden reportar explícitamente la relación no logran aprender.

J. W. Grau.

rápido y vigoroso del párpado. A medida que el EC se empareja repetidamente con el EI, la respuesta de parpadeo se presenta también ante el EC. Los investigadores registran el porcentaje de ensayos en que se observa una respuesta condicionada de parpadeo. El condicionamiento palpebral del conejo es relativamente lento y requiere cientos de ensayos para observar niveles considerables de respuesta condicionada.

Seguimiento de señales

La investigación de Pavlov se enfocó en la salivación y otras respuestas reflejas, lo cual alentó la creencia de que el condicionamiento clásico sólo ocurre en los sistemas de respuesta refleja. Sin embargo, en años recientes se abandonó esa visión restringida del condicionamiento pavloviano (Hollis, 1997). Un paradigma experimental que contribuyó de manera notable a las concepciones modernas del condicionamiento pavloviano fue el paradigma de **seguimiento de señales** o **automoldeamiento** (Hearst, 1975; Hearst y Jenkins, 1974; Locurto, Terrace y Gibbon, 1981).

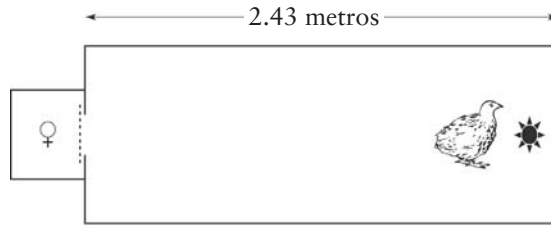
Los animales suelen acercarse y hacer contacto con los estímulos que señalan la disponibilidad de comida. En el ambiente natural, esta disponibilidad puede ser anticipada por algún aspecto de la comida en sí, como su aspecto a lo lejos. Para un halcón, la vista y los ruidos de un ratón a cierta distancia son señales que indican la posibilidad de una comida. Al acercarse y hacer contacto con esas señales, el halcón puede terminar por ganarse la cena.

El seguimiento de señales se investiga en el laboratorio presentando un estímulo visual diferenciado y localizado justo antes de cada entrega de una pequeña cantidad de comida. El primer experimento de este tipo fue realizado con palomas por Brown y Jenkins (1968). Las palomas eran colocadas en una cámara experimental que contenía una pequeña tecla circular que podía iluminarse y en la cual podían picotear las aves. De manera periódica, se les daba acceso a comida por unos cuantos segundos e inmediatamente antes de cada entrega la tecla se iluminaba durante ocho segundos.

Las palomas no tenían que hacer nada para que se entregara la comida. Dado que estaban hambrientas, podía predecirse que en cuanto vieran que la tecla se iluminaba se acercarían al comedero y esperarían la llegada de la comida. Curiosamente, no pasó eso. En lugar de utilizar la tecla iluminada como señal del momento en que debían acercarse al comedero, las palomas empezaron a picotear la tecla. Esta conducta resultaba llamativa pues no se requería para obtener acceso al alimento. La presentación de la tecla iluminada de manera aleatoria o no emparejada con la comida no daba lugar al picoteo (Gamzu y Williams, 1971, 1973).

Desde su descubrimiento se han realizado muchos experimentos sobre el seguimiento de señales en diversas especies, como pollos, codornices, peces de colores, lagartijas, ratas, monos rhesus, monos ardilla, así como en adultos y niños humanos (Tomie, Brooks y Zito, 1989). También están en proceso algunas investigaciones para convertir al seguimiento de señales en un sistema modelo para estudiar el papel de la motivación por incentivos en la adicción a las drogas (Flagel, Akil y Robinson, 2008).

El seguimiento de señales de la comida se ilustra claramente en los casos en que una señal se localiza muy lejos del comedero. En el primero de esos experimentos (Hearst y Jenkins, 1974), el comedero se ubicó a unos 90 cm de la tecla iluminada. Aun así, cuando se presentaba el EC las palomas no acudían al comedero sino a la tecla iluminada. Burns y Domjan (2000) extendieron este proce-

**FIGURA 3.5**

Prueba de seguimiento de señales en el condicionamiento sexual de codornices macho domesticados. El EC se presentaba en un extremo de una cámara de 2.43 metros de largo antes de liberar a una hembra en el otro extremo. A pesar de la distancia, los pájaros macho se aproximaban al EC cuando éste aparecía. (Burns y Domjan, 2000.)

dimiento de la “caja larga” al condicionamiento sexual de una codorniz macho. En el experimento se utilizaron codornices domesticadas, que copulan fácilmente en cautiverio. El EC fue un trozo de madera que descendía del techo 30 segundos antes que se permitiera la cópula con una hembra. El rasgo inusual del experimento fue que el EC y la hembra se presentaron en extremos opuestos de una cámara de 2.43 metros de largo (figura 3.5). A pesar de la distancia, los pájaros se aproximaban al EC en lugar de hacerlo a la ubicación de la hembra antes que ésta fuera liberada. La asociación del EC con el reforzamiento sexual lo convirtió en un estímulo tan atractivo que los pájaros eran atraídos hacia él a casi 2.43 metros de distancia, incluso si el hecho de aproximarse al EC los alejaba del lugar donde aparecía su pareja sexual en cada ensayo.

El seguimiento de señales sólo ocurre en situaciones en que el EC es localizado y de esta manera es posible acercársele y seguirlo. En un estudio, el EC consistía en señales espaciales y contextuales difusas de la cámara en que un grupo de palomas recibían comida de manera periódica. Con las señales contextuales difusas, el aprendizaje de una asociación se manifestó en un incremento de la actividad general más que en una respuesta específica de aproximación (Rescorla, Durlach y Grau, 1985). En otro experimento (realizado con ratas de laboratorio), se comparó una luz localizada y un sonido como estímulos condicionados para la comida (Cleland y Davey, 1983). Sólo la luz generó conducta de seguimiento de señales. El EC auditivo provocó aproximación al comedero más que aproximación a la fuente de sonido. Esos experimentos demostraron que para que ocurra el seguimiento de señales, el EC debe ser de la modalidad y configuración apropiadas.

Aprender qué sabe bien o mal

El curso normal de la alimentación ofrece oportunidades para el aprendizaje de asociaciones. Rozin y Zellner (1985) concluyeron una revisión del papel del condicionamiento pavloviano en los alimentos que llegan a agradar o a desagradar a la gente con el comentario de que “el condicionamiento pavloviano participa activamente en las asociaciones sabor-sabor de los miles de millones de alimentos que se consumen cada día... en las asociaciones de comidas y objetos desagradables, y en las asociaciones de las comidas con algunas de sus consecuencias” (p. 199).

Se aprende una aversión condicionada al sabor si el consumo de un sabor novedoso es seguido por una consecuencia aversiva como indigestión o intoxi-

cación. En contraste, puede aprenderse la preferencia por un sabor si éste es emparejado con saciedad nutricional o con otras consecuencias positivas (Capaldi, Hunter y Lyn, 1997; Ramírez, 1997). El aprendizaje de las aversiones y preferencias por los sabores se ha investigado, de manera exhaustiva, en varias especies animales (Reilly y Schachtman, 2008; Riley y Freeman, 2008; Pérez, Fannizza y Sclafani, 1999; Sclafani, 1997). Cada vez más evidencias indican que, en el caso de los seres humanos, muchas aversiones al sabor también son resultado del condicionamiento pavloviano (Scalera, 2002). Gran parte de esta evidencia proviene de estudios con cuestionarios (Logue, Ophir y Strauss, 1981; Logue, 1985, 1988a). La gente reporta haber adquirido al menos una aversión a la comida durante su vida. La experiencia típica de aprendizaje de la aversión implica comer un platillo con un sabor distintivo y luego enfermarse. Dicha experiencia sabor-enfermedad puede producir una aversión condicionada a la comida en un solo ensayo, y el aprendizaje puede ocurrir incluso si la enfermedad se demora varias horas después de ingerir el alimento. Otro hallazgo interesante es que en cerca de 20% de los casos, los individuos estaban seguros de que su enfermedad no había sido causada por el alimento que consumieron. Aun así, aprendieron una aversión al mismo. Esto indica que el aprendizaje de la aversión a la comida puede ser independiente de los procesos racionales de pensamiento, así como ir en contra de las conclusiones de la persona sobre las causas de su enfermedad.

Los estudios a partir de cuestionarios pueden arrojar datos interesantes, pero se requiere de la investigación sistemática para aislar los mecanismos del aprendizaje. Se han realizado estudios experimentales del aprendizaje de aversión al sabor con personas en situaciones de malestar en el curso de un tratamiento médico, como la quimioterapia para el cáncer. Comúnmente la quimioterapia produce náusea como un efecto secundario, y se ha demostrado que pacientes con cáncer, niños y adultos, adquieren aversiones a los alimentos consumidos antes de una sesión de quimioterapia (Bernstein, 1978, 1991; Bernstein y Webster, 1980; Carrell, Cannon, Best y Stone, 1986). Esas aversiones condicionadas pueden contribuir a la falta de apetito que es un efecto secundario de la quimioterapia. (Parker, 2003, ofrece una descripción de estudios de laboratorio sobre el papel de la náusea en el condicionamiento de las aversiones al sabor.)

Las aversiones condicionadas a la comida también suelen contribuir a la supresión del consumo alimenticio o anorexia que se observa en otras situaciones clínicas (Bernstein y Borson, 1986; Scalera y Bavieri, 2008). La anorexia que acompaña al crecimiento de algunos tumores puede ser resultado del condicionamiento de aversiones a las comidas consumidas durante la enfermedad. El aprendizaje de aversión a la comida también puede contribuir a la anorexia nerviosa, un trastorno que se caracteriza por la pérdida de peso severa y crónica. Algunas evidencias interesantes indican que las personas que sufren anorexia nerviosa experimentan trastornos digestivos que pueden aumentar la probabilidad de adquirir aversiones a la comida. La mayor susceptibilidad al aprendizaje de aversión a la comida también puede contribuir a la pérdida de apetito que se observa en las personas que sufren depresión severa.

Muchas de nuestras ideas sobre el aprendizaje de aversión a la comida en la gente tienen sus raíces en la investigación realizada con animales no humanos de laboratorio. En el procedimiento típico, los animales no humanos reciben un alimento o bebida con un sabor distintivo y luego se les inyecta un fármaco o se les expone a radiación, lo que los hace sentir enfermos. Como resultado del em-



J. Garcia

parejamiento del sabor y la enfermedad, los animales adquieren una aversión al sabor y suprimen su consumo posterior del mismo (Reilly y Shachtman, 2008).

El aprendizaje de aversión al sabor es un resultado del emparejamiento de un EC (en este caso, un sabor) y un EI (la inyección del fármaco o la exposición a radiación) y es muy parecido a otros ejemplos de condicionamiento clásico y en algunos sentidos sigue las reglas estándar del aprendizaje (Domjan, 1980, 1983). Sin embargo, también tiene algunas características especiales.

Primero, es posible aprender aversiones fuertes al sabor con sólo un emparejamiento del sabor y la enfermedad. Aunque en el condicionamiento del temor también ocurre el aprendizaje en un ensayo, ese aprendizaje tan rápido rara vez se observa en el condicionamiento palpebral, el condicionamiento salival o el seguimiento de señales.

La segunda característica distintiva del aprendizaje de aversión al sabor es que ocurre incluso si la enfermedad se presenta varias horas después de la exposición al sabor novedoso (Garcia, Ervin y Koelling, 1966; Revusky y Garcia, 1970). Muchas veces, las sustancias nocivas en las comidas sólo ejercen sus efectos tóxicos una vez que la comida ha sido digerida y son absorbidas en el torrente sanguíneo y distribuidas a diversos tejidos corporales. Este proceso lleva tiempo. Es probable que el *aprendizaje de demora larga* de las aversiones a sabor evolucionara para permitir a los seres humanos y otros animales evitar las comidas tóxicas que tienen efectos nocivos demorados.

Un estudio pionero de Smith y Roll (1967) informó de aprendizaje de demora larga de aversión al sabor. Primero se adaptó a ratas de laboratorio a un programa de privación de agua, de modo que estuvieran dispuestas a beber cuando se colocara en su jaula una botella de agua. El día del condicionamiento, se endulzó el agua para formar una solución de sacarina al 0.1%. En algunos momentos, después de la presentación de la sacarina, que iban de 0 a 24 horas, diferentes grupos de ratas fueron expuestos a la radiación de una máquina de rayos X para inducirles enfermedad. Las ratas de grupos control (llamados grupos de irradiación falsa) también fueron llevadas a la máquina de rayos X pero no fueron irradiadas. Un día después de la radiación o del tratamiento falso, cada rata recibió la opción de elegir entre beber la solución de sacarina o agua simple durante dos días.

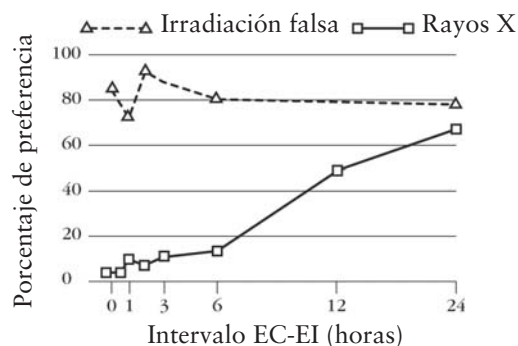


FIGURA 3.6

Porcentaje promedio de preferencia por el sabor a la sacarina (EC) durante una sesión de prueba realizada después que el sabor (EC) fue emparejado con la irradiación de rayos X (EI) o la irradiación falsa. El porcentaje de preferencia es el del consumo de la solución de sacarina respecto al consumo total de líquido (solución de sacarina más agua simple). Durante el condicionamiento, el intervalo entre la exposición al EC y al EI osciló de 0 a 24 horas para diferentes grupos de ratas. (Tomado de "Trace Conditioning with X-rays as an Aversive Stimulus", por J. C. Smith y D. L. Roll, *Psychonomic Science*, 1967, 9, pp. 11-12. Derechos reservados © 1967 por Psychonomic Society. Reproducido con autorización.)

La figura 3.6 muestra la preferencia de cada grupo de ratas por la solución de sacarina. Los animales expuestos a la radiación seis horas después a que probaron la solución de sacarina mostraron una profunda aversión al sabor del endulzante en la prueba posterior al condicionamiento. Su preferencia del bebedero con sacarina fue menos de 20% de su consumo total de líquido. En los animales irradiados 12 horas después de la exposición a la sacarina la aversión fue menos evidente y casi no se observó aversión en las ratas irradiadas 24 horas después de la exposición al sabor. En contraste con este gradiente de evitación de la sacarina que se observó en las ratas irradiadas, todos los grupos sometidos a irradiación falsa mostraron una fuerte preferencia por la solución edulcorada. Más de 70% de su consumo total de líquido correspondió al bebedero de la sacarina.

Un sabor también puede hacerse desagradable emparejándolo con otro que ya resulte repugnante. De manera similar, el emparejamiento de un sabor neutral con otro que ya resultó agradable hará preferible al primero. Por ejemplo, en un estudio reciente con estudiantes de licenciatura, Dickinson y Brown (2007) usaron plátano y vainilla como sabores neutros. Para inducir una aversión o preferencia por el sabor, los estudiantes recibieron esos sabores mezclados con una sustancia amarga (para condicionar una aversión) o azúcar (para condicionar una preferencia). En pruebas posteriores con los sabores que funcionaron como EC, los sujetos reportaron mayor agrado por el sabor que había sido emparejado con azúcar y menos agrado por el sabor que se emparejó con el sabor amargo. En otro estudio, bebedores de café reportaron mayor agrado por un sabor emparejado con el gusto del café (Yeomans, Durlach y Tinley, 2005).

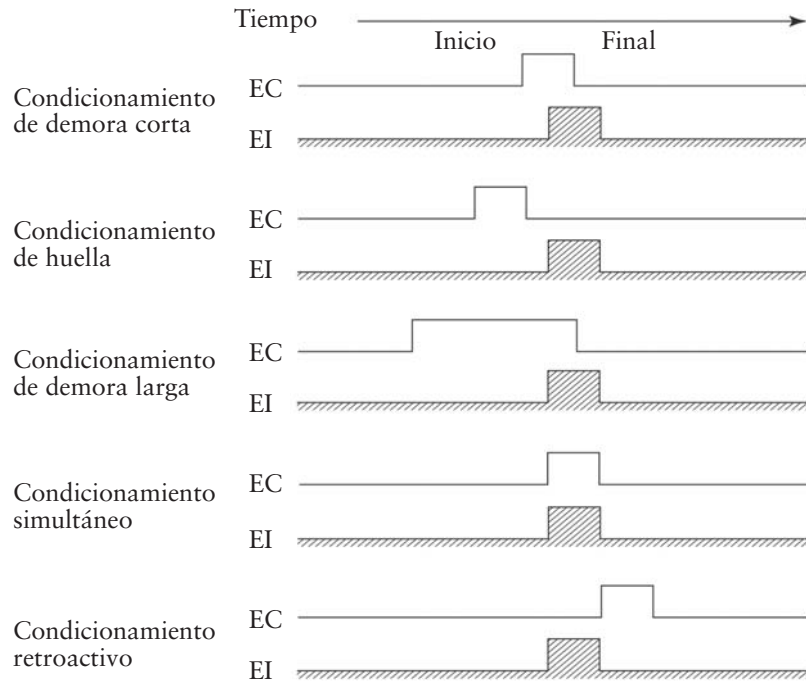
Esos ejemplos de cómo aprende la gente el agrado o desagrado por sabores inicialmente neutros forman parte del fenómeno general de **condicionamiento evaluativo** (De Houwer, Thomas y Baeyens, 2001). En el condicionamiento evaluativo, nuestro aprecio o agrado por un estímulo cambia en virtud de que ese estímulo se asocie con algo que nos gusta o nos disgusta. El condicionamiento evaluativo se emplea, de manera exhaustiva, en la industria de la publicidad. El producto que el anunciante trata de vender se muestra con cosas que ya agradan a la gente en un esfuerzo por inducir preferencia por el producto.

PROCEDIMIENTOS DEL CONDICIONAMIENTO PAVLOVIANO EXCITATORIO

Los casos revisados hasta ahora son ejemplos de condicionamiento pavloviano excitatorio. De esta forma de condicionamiento, los organismos aprenden una asociación entre los estímulos condicionado e incondicionado. Como resultado de dicha asociación, la presentación del EC impulsa la actividad conductual y neural relacionada con el EI en ausencia del mismo. Por consiguiente, los perros llegan a salivar en respuesta a la vista de la arena o el agua pigmentada, las palomas aprenden a acercarse y picotear una tecla iluminada que es seguida de alimento, las ratas aprenden a inmovilizarse ante un sonido que precede a una descarga en la pata, los bebés aprenden a parpadear en respuesta a un tono que precede a un soplo de aire y la gente aprende a evitar un sabor que es seguido por enfermedad.

Procedimientos comunes del condicionamiento pavloviano

Uno de los factores principales que determinan el curso del condicionamiento clásico es la relación temporal entre el EC y el EI. En la mayoría de las situacio-

**FIGURA 3.7**

Cinco procedimientos comunes de condicionamiento clásico.

nes de condicionamiento, variaciones al parecer pequeñas y triviales en la forma en que un EC se empareja con un EI pueden tener efectos profundos en la fuerza de la RC y el momento en que ocurre.

La figura 3.7 ilustra cinco procedimientos comunes del condicionamiento clásico. En cada diagrama, la distancia horizontal representa el paso del tiempo y los desplazamientos simbolizan los momentos en que un estímulo inicia y finaliza. Cada configuración EC y EI representa un solo **ensayo de condicionamiento**.

En un experimento típico de condicionamiento clásico, los episodios EC-EI se repiten varias veces en el curso de una *sesión* experimental. Se conoce como **intervalo entre ensayos** al tiempo entre el final de un ensayo de condicionamiento y el inicio del siguiente. En contraste, al tiempo entre el inicio del EC y el inicio del EI dentro de un ensayo de condicionamiento se le llama **intervalo entre estímulos** o **intervalo EC-EI**. Para que se desarrolle la respuesta condicionada se aconseja hacer que el intervalo entre estímulos sea mucho más breve que el intervalo entre ensayos (Sunsay y Bouton, 2008). En muchos experimentos, el intervalo entre estímulos es menor a un minuto mientras que el intervalo entre ensayos puede ser de cinco minutos o más. (En el capítulo 4 se presenta una revisión mucho más detallada de esos parámetros.)

1. **Condicionamiento de demora corta.** El procedimiento más utilizado para el condicionamiento pavloviano implica retrasar el inicio del EI un poco después del inicio del EC en cada ensayo. Este procedimiento se conoce como **condicionamiento de demora corta** y su característica fundamental es que el EC inicia cada ensayo y el EI se presenta después de una demora

breve (menos de un minuto). El EC puede continuar durante el EI o terminar cuando éste comienza.

2. *Condicionamiento de huella.* El procedimiento del **condicionamiento de huella** comparte con el procedimiento de demora corta el hecho de que el EC se presenta primero y es seguido del EI. Sin embargo, en el condicionamiento de huella el EI no se presenta sino cierto tiempo después que el EC ha terminado. Esto deja una brecha entre el EC y el EI que se conoce como **intervalo de huella**.
3. *Condicionamiento de demora larga.* Este procedimiento también coincide con el condicionamiento de demora corta en el hecho de que el EC empieza antes que el EI. Sin embargo, en este caso el EI se demora mucho más (de cinco a 10 minutos) que en el procedimiento de demora corta. Un hecho muy importante es que el procedimiento de demora larga no incluye un intervalo de huella: el EC se mantiene hasta el inicio del EI.
4. *Condicionamiento simultáneo.* Quizá la forma común de exponer a los sujetos a un EC y un EI sea mostrar ambos estímulos al mismo tiempo. Este procedimiento se denomina **condicionamiento simultáneo**. La característica esencial del condicionamiento simultáneo es que los estímulos condicionado e incondicionado se presentan al mismo tiempo.
5. *Condicionamiento retroactivo.* El último procedimiento descrito en la figura 3.7 difiere de los otros en el hecho de que el EI ocurre un poco *antes*, en lugar de después, del EC. Esta técnica se conoce como **condicionamiento retroactivo** porque el EC y el EI se presentan en un orden “inverso” en comparación a los otros procedimientos.

Medición de las respuestas condicionadas

Pavlov y otros, después de él, realizaron investigaciones sistemáticas de procedimientos como los descritos en la figura 3.7 para averiguar cómo influye la relación temporal entre el EC y el EI en el condicionamiento del EC. Para hacer comparaciones entre los diversos procedimientos se debe emplear un método de medición del condicionamiento que sea igualmente pertinente para todos los procedimientos. Esto puede lograrse mediante el uso de un **ensayo de prueba**, que consiste en la presentación del estímulo condicionado sin el estímulo incondicionado. Las respuestas provocadas por el EC pueden observarse luego sin la contaminación de las respuestas provocadas por el EI. Esos ensayos en que se presenta el EC sólo pueden introducirse periódicamente en el curso del entrenamiento para seguir el progreso del aprendizaje.

La conducta que se presenta durante el EC puede cuantificarse de varias maneras. Un aspecto de la conducta condicionada es la cantidad en que ocurre, lo que se conoce como la **magnitud** de la RC. Por ejemplo, Pavlov medía el número de gotas de saliva provocadas por el EC. Otros ejemplos de la magnitud de la RC son la cantidad de supresión de la respuesta que ocurre en el procedimiento de la REC (figura 3.2) y el grado de reducción de la preferencia por el sabor que se observa en el aprendizaje de aversión al sabor (figura 3.6).

La fuerza de la respuesta también puede medirse por la frecuencia con que el estímulo condicionado provoca una respuesta condicionada. Por ejemplo, podemos medir el porcentaje de ensayos en que el EC provoca una RC. Es común que esta medida se emplee en estudios del condicionamiento palpebral (figura 3.3) y refleja la **probabilidad** de la respuesta. Un tercer aspecto de la

respuesta condicionada es la rapidez con que ocurre la respuesta condicionada posterior a la presentación del estímulo condicionado. Esta medida de la fuerza de la conducta condicionada se denomina **latencia** de la RC. La latencia es el tiempo que transcurre entre el inicio del EC y la presentación de la RC.

En los procedimientos de condicionamiento demorado y de huella, el estímulo condicionado se presenta sólo al inicio de cada ensayo (figura 3.7). Cualquier conducta condicionada que ocurra durante el periodo inicial del EC solo no está contaminado por la conducta provocada por el EI y, por lo tanto, puede usarse como medida del aprendizaje. En contraste, en los ensayos de condicionamiento simultáneo y retroactivo, la respuesta observada durante el EC está contaminada por la respuesta ante el EI o por la presentación reciente del mismo. Consecuentemente, es esencial contar con ensayos de prueba para evaluar el aprendizaje en el condicionamiento simultáneo y el retroactivo.

Procedimientos de control en el condicionamiento clásico

Concebir un ensayo de prueba eficaz no es suficiente para obtener evidencia concluyente del condicionamiento clásico. Como se mencionó en el capítulo 1, el aprendizaje es una consecuencia acerca de las causas de la conducta que se basa en la comparación de al menos dos condiciones. Para estar seguros de que un procedimiento de condicionamiento es responsable de ciertos cambios en la conducta, deben compararse esos cambios con los efectos de un procedimiento de control. ¿Cuál debería ser el procedimiento de control? En los estudios de habituación y sensibilización sólo nos interesan los efectos de la exposición previa a un estímulo. Por consiguiente, la comparación o procedimiento de control es más bien simple: consiste en la no exposición a un estímulo previo. En los estudios del condicionamiento clásico, lo que nos interesa es la forma en que los estímulos condicionado e incondicionado llegan a asociarse. Para concluir que se estableció una asociación, se requiere de procedimientos de control diseñados con más cuidado.

La asociación entre un EC y un EI implica que ambos eventos se relacionaron de alguna manera. Después de haber establecido una asociación, el EC puede activar procesos relacionados con el EI. Una asociación requiere más que la mera familiaridad con el EC y el EI. Aparentemente depende de que ambos estímulos se hayan experimentado en conexión uno con el otro. Por lo tanto, para concluir que se estableció una *asociación* se tiene que asegurar de que el cambio observado en la conducta no puede haber sido producido por presentaciones previas del EC o el EI por separado.

Como se describió en el capítulo 2, el incremento en la respuesta ante un estímulo puede ser resultado de la sensibilización, que no es un proceso asociativo. La presentación de un estímulo activador, como la comida para un animal no humano hambriento, puede incrementar la conducta provocada por un estímulo inofensivo, como un tono, sin que se haya establecido una asociación entre ambos estímulos. Los incrementos en la respuesta que se observan con los emparejamientos repetidos EC-EI en ocasiones pueden ser resultado de la exposición al EI solo. Si la exposición al EI solo produce un aumento en la respuesta ante un estímulo previamente ineficaz, esto se conoce como **pseudocondicionamiento**. Se requieren procedimientos de control para determinar si las respuestas que se desarrollan ante un EC representan una genuina asociación EC-EI o un mero pseudocondicionamiento.

Los investigadores han debatido a profundidad cuál sería el procedimiento de control adecuado para el condicionamiento clásico. En condiciones ideales, un procedimiento de control debe coincidir con el procedimiento experimental en el número y distribución de las presentaciones del EC y el EI, pero con una disposición tal que dichos estímulos no lleguen a asociarse. Una posibilidad es presentar al EI periódicamente durante el EC así como también en el intervalo entre ensayos, asegurándose de que la probabilidad del EI sea la misma durante el intervalo entre ensayos que durante el EC. Dicha estrategia se conoce como **procedimiento de control aleatorio**, el cual se caracteriza porque el EC no señala un incremento o cambio en la probabilidad de que ocurra el EI.

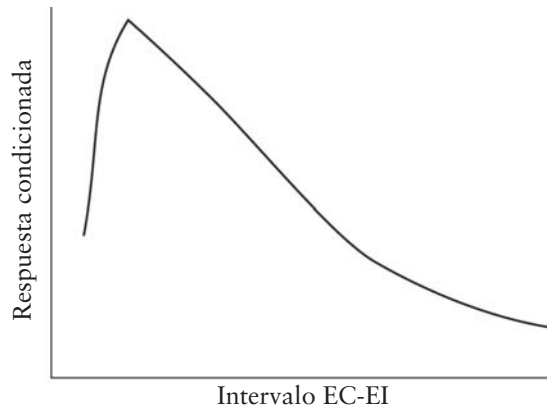
El control aleatorio resultaba prometedor cuando fue propuesto (Rescorla, 1967b), pero no ha sido útil para el condicionamiento clásico. Evidencia proveniente de diversas fuentes indica que tener la misma probabilidad de presentaciones del EI durante el EC y durante el intervalo entre ensayos no impide el desarrollo de la respuesta condicionada (Kirkpatrick y Church, 2004; Papini y Bitterman, 1990; Rescorla, 2000a; Williams, Lawson, Cook y Johns, 2008).

Un procedimiento de control exitoso implica la presentación de los estímulos condicionado e incondicionado en ensayos separados, lo que se conoce como **control explícitamente no emparejado**. En éste, el EC y el EI se presentan con una separación suficiente para impedir su asociación. El tiempo que debe transcurrir entre ellos depende del sistema de respuesta. En el aprendizaje de aversión al sabor se necesita una separación mucho mayor entre el EC y el EI que en otras formas de condicionamiento. En una variación del control explícitamente no emparejado, sólo se presentan EC durante una sesión y sólo EI durante una segunda sesión.

Efectividad de los procedimientos comunes de condicionamiento

Ha existido interés por determinar cuál de los procedimientos descritos en la figura 3.7 produce la evidencia más sólida de aprendizaje. El resultado de varios de los estudios iniciales de los cinco procedimientos de condicionamiento descritos en la figura 3.7 pueden resumirse enfocándose en el intervalo entre el inicio del EC y el inicio del EI: el *intervalo entre estímulos* o *intervalo EC-EI*. En términos generales, se observó poca respuesta condicionada en los procedimientos de condicionamiento simultáneo en que el intervalo EC-EI es cero (Bitterman, 1964; Smith, Coleman y Gormezano, 1969). Postergar la presentación del EI un poco después del EC a menudo facilitaba la respuesta condicionada. Sin embargo, esta facilitación era bastante limitada (Ost y Lauer, 1965; Schneiderman y Gormezano, 1964). Si se incrementaba más el intervalo EC-EI, la respuesta condicionada disminuía, como se ilustra en la figura 3.8. Aun en el procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor, donde el aprendizaje es posible con intervalos EC-EI de una o dos horas, la respuesta condicionada disminuye conforme aumenta el intervalo EC-EI (figura 3.6).

Los procedimientos de condicionamiento de huella son interesantes porque pueden tener el mismo intervalo EC-EI que los procedimientos de condicionamiento demorado. No obstante, en los procedimientos de huella, el EC termina poco antes de ocurrir el EI, lo que da lugar a un *intervalo de huella*. Tradicionalmente, el condicionamiento de huella había sido considerado menos eficaz que el condicionamiento demorado (Ellison, 1964; Kamin, 1965), debido al intervalo

**FIGURA 3.8**

Efectos tradicionales del intervalo EC-EI sobre la fuerza de la respuesta condicionada pavloviana (datos idealizados).

de huella (Kaplan y Hearst, 1982; Rescorla, 1982). No obstante, igual que en el condicionamiento demorado, si se incrementa el intervalo entre el EC y el EI se observa menos respuesta condicionada (Kehoe, Cool y Gormezano, 1991).

Los descubrimientos anteriores alentaron la conclusión de que el condicionamiento es más eficaz cuando el EC es una buena señal de la entrega inminente del EI. El valor como señal del EC es mejor en el procedimiento de demora corta, donde el EI ocurre poco después del inicio del EC. El EC se convierte en una señal menos eficiente de la presentación inminente del EI en los procedimientos simultáneo y de huella. En el condicionamiento simultáneo, el EI ocurre al mismo tiempo que el EC y por consecuencia no es señalado por éste. En el condicionamiento de huella, el EC no es seguido por el EI sino por el intervalo de huella. Por lo tanto, dicho intervalo es el mejor predictor del EI.

El único procedimiento cuyos resultados son difíciles de interpretar en términos del valor de señal del EC es el condicionamiento retroactivo, ya que éste produce resultados incongruentes. Algunos investigadores observaron respuesta excitatoria con los emparejamientos retroactivos del EC y el EI (Ayres, Haddad y Albert, 1987; Spetch, Wilkie y Pinel, 1981); pero otros reportaron sobre todo inhibición de la respuesta condicionada (Maier, Rapaport y Wheatley, 1976; Siegel y Domjan, 1971; también Chang, Blaisdell y Miller, 2003). Para colmo, en un experimento notable, Tait y Saladin (1986) encontraron efectos de condicionamiento excitatorio e inhibitorio como resultado del mismo procedimiento de condicionamiento retroactivo (McNish, Betts, Brandon y Wagner, 1997).

La sencilla suposición de que el valor del EC como señal determina si un procedimiento producirá respuesta condicionada, obviamente no puede explicar la complejidad de los hallazgos obtenidos en el condicionamiento retroactivo. La idea de que existe un constructo hipotético unitario, el valor como señal, o la fuerza asociativa que varíe como función del intervalo EC-EI también ha sido cuestionada por los resultados de experimentos más recientes que emplearon medidas de aprendizaje más complejas y diversas. Esos estudios mostraron que el condicionamiento demorado, el simultáneo, el de huella y el retroactivo pueden todos producir un fuerte aprendizaje y una vigorosa respuesta condiciona-

da (Albert y Ayres, 1997; Akins y Domjan, 1996; Marchand y Kamper, 2000; Romaniuk y Williams, 2000; Schreurs, 1998; Williams y Hurlburt, 2000). No obstante, esas variaciones en el procedimiento implican diferentes procesos conductuales y el aprendizaje que ocurre es mediado por diferentes circuitos neurales (Han *et al.*, 2003; Kalmbach *et al.*, 2008; Waddell, Morris y Bouton, 2006). En un estudio de condicionamiento de temor (Esmorís, Arranz, Pardo-Vázquez y Vázquez-García, 2003) con un procedimiento de demora corta, el EC llegó a provocar inmovilización condicionada, pero con un procedimiento simultáneo: la RC era un alejamiento del EC o escape. Como se describirá con mayor detalle en el capítulo 4, la naturaleza de la RC también varía entre los procedimientos de condicionamiento de demora corta y de demora larga.

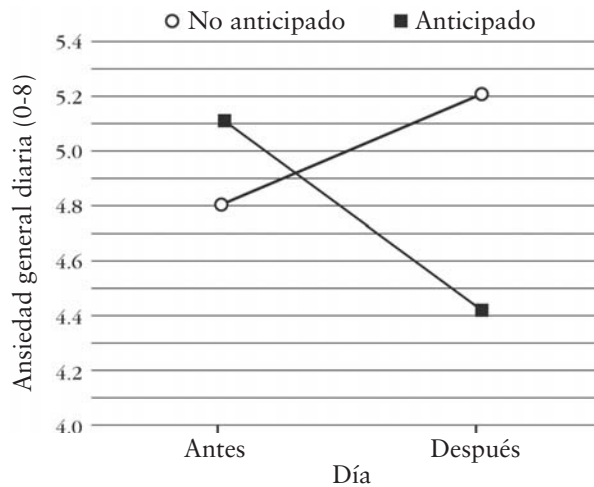
Una razón importante por la que los animales no humanos llegan a presentar diferentes respuestas con procedimientos distintos es que en lugar de aprender sólo una asociación EC-EI, también aprenden *cuándo* ocurre el EI en relación con el EC (Balsam, Drew y Yang, 2001; Balsam y Gallistel, en prensa; Ohyama y Mauk, 2001). Por ejemplo, en un estudio reciente (Williams *et al.*, 2008), algunas ratas recibieron una bolita de comida 30 o 90 segundos después del inicio de un EC auditivo. Los investigadores registraron el momento en que la rata metía la cabeza al comedero como medida de conducta condicionada. Las entradas al comedero alcanzaban su punto más alto en el momento programado para la entrega de la comida: 30 o 90 segundos después del inicio del EC. La idea de que el condicionamiento clásico implica no sólo aprender qué esperar sino cuándo esperarlo se denomina **hipótesis de codificación temporal** (Amundson y Miller, 2008; Barnet, Cole y Miller, 1997; Brown, Hemmes y de Vaca, 1997; Cole, Barnet y Miller, 1995; Savastano y Miller, 1998). Regresaremos al tema en el capítulo 4.

CONDICIONAMIENTO PAVLOVIANO INHIBITORIO

Hasta ahora hemos revisado el condicionamiento pavloviano en términos de aprender a predecir cuándo ocurrirá un evento importante o EI, pero existe otro tipo de condicionamiento pavloviano, el **condicionamiento inhibitorio**, en que se aprende a predecir la *ausencia* del EI. ¿Por qué debería alguien querer predecir la ausencia de algo?

Considere estar en un ambiente en que suceden cosas negativas sin advertencia. En una zona de guerra, los civiles pueden encontrarse, sin aviso, con bombas o atacantes suicidas en el camino. Un niño en un hogar abusivo también experimenta eventos aversivos impredecibles (gritos, portazos y golpes) sin razón particular. Recibir empujones y empujones en una multitud también implica peligro que surge sin mucho anuncio y que es independiente de lo que uno pueda estar haciendo. La investigación con animales de laboratorio ha demostrado que la exposición a la estimulación aversiva impredecible es sumamente perturbadora y produce úlceras estomacales y otros síntomas fisiológicos del estrés. Si uno tiene que verse expuesto a la estimulación aversiva, los estímulos aversivos, que son predecibles o señalados, resultan preferibles a la estimulación aversiva impredecible (Mineka y Henderson, 1985).

Los beneficios de la predictibilidad son evidentes incluso en el caso de un ataque de pánico. Un ataque de pánico es una sensación repentina de temor o inquietud acompañada de síntomas físicos (como palpitaciones) y la sensación

**FIGURA 3.9**

Calificaciones de la ansiedad general en individuos con trastorno de pánico antes y después de ataques de pánico predecibles e impredecibles. (Tomado de M. G. Craske, D. Glover y J. DeCola [1995], Predicted versus unpredicted panic attacks: Acute versus general distress. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, figura 1, p. 219. Derechos reservados © 1995 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

de un desastre inminente. Se dice que el individuo padece un ataque de pánico si los embates son muy frecuentes y se convierten en fuente de gran ansiedad. En cierto punto de la vida, 3.5% de la población sufre trastorno de pánico (Kessler *et al.*, 1994). En ocasiones, los individuos que sufren dicho trastorno pueden predecir el inicio de un ataque de pánico; en otros momentos experimentan un ataque sin advertencia. En un estudio de individuos que experimentaban ataques de pánico predecibles e impredecibles, Craske, Glover y DeCola (1995) midieron la ansiedad general de los participantes antes y después de cada tipo de ataque. Los resultados se resumen en la figura 3.9. Antes del ataque, las calificaciones de la ansiedad eran similares, fuese o no predecible el ataque. Pero, curiosamente, la ansiedad aumentaba considerablemente después de un ataque de pánico no anticipado y disminuía luego de un ataque anticipado. Dichos resultados indican que la ansiedad que se genera por la experiencia de un ataque de pánico se debe sobre todo a lo impredecible de los ataques.

La capacidad para predecir las cosas negativas es muy útil porque también nos permite predecir cuándo no ocurrirán éstas. En congruencia con este razonamiento, muchas técnicas eficaces de reducción del estrés, como el entrenamiento de relajación o meditación, involucran la creación de un periodo predecible de seguridad o un momento en que se pueda tener la certeza de que nada malo sucederá. Los especialistas en el manejo del estrés reconocen que es imposible eliminar del todo los eventos aversivos de la vida de una persona. Por ejemplo, un maestro que supervisa el patio de recreo con niños preescolares está destinado a encontrar el estrés inesperado de un niño que se cae o que golpea a otro niño. Aunque no es posible prevenir los accidentes o evitar que los niños se lastimen, la introducción de incluso breves periodos de seguridad predecible (por ejemplo, permitiendo que el maestro tome un descanso) puede reducir notablemente el estrés. Aquí es donde entra la inhibición condicionada: un inhibidor condicionado es una señal de la ausencia del EI.

Si bien Pavlov descubrió el condicionamiento inhibitorio al inicio del siglo xx, este tipo de aprendizaje no atrajo la atención seria de los psicólogos sino hasta décadas después (Boakes y Halliday, 1972; Rescorla, 1969b; Savastano, Cole, Barnet y Miller, 1999; Williams, Overmier y LoLordo, 1992). Se describen dos procedimientos importantes usados para producir inhibición condicionada y las pruebas especiales que se necesitan para detectarla y medirla.

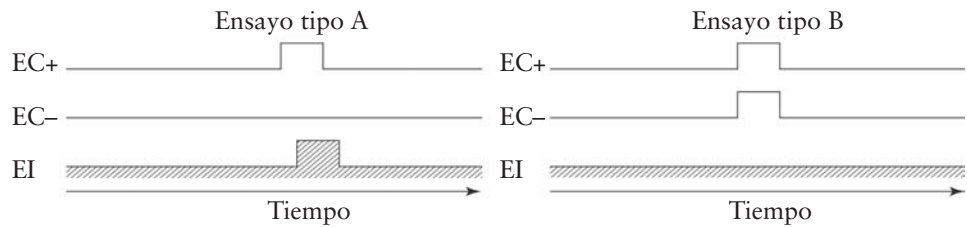
Procedimientos del condicionamiento inhibitorio

A diferencia del condicionamiento excitatorio que puede avanzar sin condiciones especiales previas, la inhibición condicionada tiene un requisito importante. Para que la ausencia de un EI sea un evento significativo, el EI debe ocurrir periódicamente en la situación. En nuestra vida cotidiana hay muchas señales de la ausencia de los eventos. Es el caso de letreros como “Cerrado”, “No funciona” o “No entrar”. Aunque esos anuncios sólo proporcionan información importante e influyen en lo que hacemos si indican la ausencia de algo que de otro modo esperaríamos ver. Por ejemplo, si encontramos un cartel con el anuncio “No hay gasolina” en una gasolinera, eso nos haría sentir frustración y enojo. Ese letrero nos ofrece aquí información importante, ya que esperamos encontrar el combustible en las gasolineras. Pero el mismo anuncio no nos dirá nada de interés si lo encontramos en la ventana de una maderería y es poco probable que nos disuada de entrar a comprar madera. Lo anterior ilustra la regla general de que el condicionamiento inhibitorio y el control inhibitorio de la conducta sólo ocurren si hay un contexto excitatorio para el EI en cuestión (Chang, Blaisdell y Miller, 2003; LoLordo y Fairless, 1985). Este principio hace al condicionamiento inhibitorio muy diferente del condicionamiento excitatorio en que no hay dichos requisitos.

Procedimiento de Pavlov para la inhibición condicionada

Pavlov reconoció la importancia de un contexto excitatorio para el condicionamiento de la inhibición y tuvo el cuidado de proporcionar dicho contexto en su procedimiento estándar de condicionamiento inhibitorio (Pavlov, 1927). El procedimiento que empleó, diagramado en la figura 3.10, implica dos estímulos condicionados y dos tipos de ensayos de condicionamiento, uno para el condicionamiento excitatorio y el otro para el condicionamiento inhibitorio. El EI se presenta en los ensayos de condicionamiento excitatorio (ensayo tipo A en la figura 3.10) y cada vez que ocurre es anunciado por un estímulo denominado EC+ (por ejemplo, un tono). Debido a su emparejamiento con el EI, el EC+ se convierte en una señal para sí mismo y por ende puede proporcionar el contexto excitatorio para el desarrollo de la inhibición condicionada.

Durante los ensayos de condicionamiento inhibitorio (ensayo tipo B en la figura 3.10), el EC+ se presenta junto con el segundo estímulo, llamado EC– (por ejemplo, una luz), y no se presenta el EI. De este modo, aunque se presenta en el contexto excitatorio proporcionado por el EC+, el EC– no se empareja con el EI, lo que lo convierte en un inhibidor condicionado. En el curso del entrenamiento, los ensayos de ambos tipos (A y B) se alternan al azar. A medida que el participante recibe ensayos repetidos en que el EC+ es seguido por el EI y en que EC+/EC– es seguido por la ausencia del EI, el EC– adquiere gradualmente propiedades inhibitorias. (Para estudios más recientes con el procedimiento

**FIGURA 3.10**

Procedimiento de Pavlov para la inhibición condicionada. En algunos ensayos (tipo A), el EC+ se empareja con el EI. En otros ensayos (tipo B), se presenta el EC+ con el EC- y se omite el EI. El procedimiento es eficaz para condicionar propiedades inhibitorias al EC-.

pavloviano de inhibición condicionada, consulte Campolattaro, Schnitker y Freeman, 2008; Urcelay y Miller, 2008a.)

El procedimiento de Pavlov de la inhibición condicionada es similar a una situación en que se introduce algo que impide un resultado que de otro modo ocurriría. La luz roja del semáforo en un cruce con mucho tráfico es una señal de peligro potencial, pues pasarse la luz roja podría provocar un accidente. Pero, si un policía le indica que debe cruzar la calle a pesar de la luz roja (porque tal vez el semáforo está dañado), es probable que no ocurra un accidente. Aquí, la luz roja es el EC+ y los gestos del policía constituyen el EC-. Esos gestos inhiben, o bloquean, sus dudas de cruzar la calle debido a la luz roja.

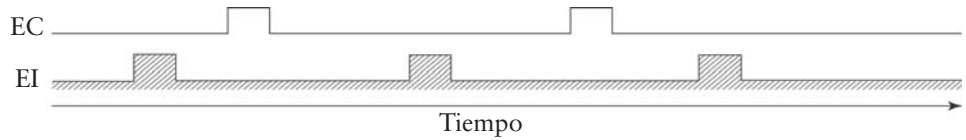
Un EC- actúa como señal de seguridad en el contexto de peligro. Los niños que tienen miedo se refugiarán en los brazos del padre pues éste funciona como señal de seguridad. Los adultos ansiosos también usan señales de seguridad para reducir o inhibir su ansiedad o miedo. En momentos de estrés, la gente recurre a una plegaria, un amigo, un terapeuta o una comida reconfortante (Barlow, 1988). En parte, eso funciona porque hemos aprendido que las cosas malas no suceden en su presencia.

Contingencia o correlación negativa EC-EI

Otro procedimiento común para producir inhibición condicionada no implica un estímulo excitatorio explícito o EC+, sino más bien involucra a un EC- que se correlaciona negativamente con el EI. Una correlación o contingencia negativa significa que es menos probable que el EI ocurra después del EC que en otros momentos. Por ende, el EC señala una disminución en la probabilidad de que ocurra el EI. La figura 3.11 muestra un diagrama de una sencilla disposición que cumple este requisito. El EI se presenta periódicamente por sí solo. Sin embargo, cada presentación del EC es seguida por la ausencia predecible del EI por un rato.

Imagínese a un niño que de manera constante es molestado por sus compañeros cuando el maestro está fuera del salón de clases. Esto es similar a recibir periódicamente un estímulo aversivo o EI. Cuando el maestro regresa, el niño puede tener la seguridad de que no será molestado; por consiguiente, el profesor funciona como un EC- que señala un periodo libre de acoso o la ausencia del EI.

La inhibición condicionada es observada de manera confiable en procedimientos en que el único EC explícito se correlaciona negativamente con el EI (Rescorla, 1969a). ¿Qué proporciona el contexto excitatorio para esta inhibición? En este caso, las señales ambientales de la cámara experimental brindan el

**FIGURA 3.11**

Un procedimiento de contingencia negativa EC-EI para el condicionamiento de propiedades inhibitorias para el EC. Advierta que el EC siempre es seguido por un periodo sin el EI.

contexto excitatorio (Dweck y Wagner, 1970). Debido a que el EI se presenta periódicamente en el contexto experimental, las señales contextuales de la cámara adquieren propiedades excitatorias. A su vez, esto permite que el EC adquiera propiedades inhibitorias. (Para un estudio reciente sobre el papel del contexto en el condicionamiento inhibitorio, consulte Chang, Blaisdell y Miller, 2003.)

En un procedimiento de contingencia negativa EC-EI, el EI aversivo puede presentarse poco después del EC en algunas ocasiones, pero es mucho más probable que ocurra en ausencia del EC; eso es lo que define la contingencia negativa EC-EI. Sin embargo, incluso en ausencia del EC, no puede predecirse con precisión el momento exacto en que se presentará el EI justamente porque éste ocurrirá en varias ocasiones de manera probabilística. Esto contrasta con el procedimiento de Pavlov para la inhibición condicionada, en el cual el EI siempre ocurre al final del EC+ y no ocurre cuando se presenta el EC- junto con el EC+. Dado que el procedimiento de Pavlov permite predecir el momento exacto de presentación del EI, también permite predecir con precisión cuándo *no* ocurrirá el EI. El EI no se presentará al final del EC+ si éste es acompañado por el EC-. Las pruebas de aprendizaje temporal demuestran que en el procedimiento de Pavlov para la inhibición condicionada los participantes aprenden con exactitud cuándo se omitirá el EI (Denniston, Blaisdell y Miller, 2004; Williams, Johns y Brindas, 2008).

Medición de la inhibición condicionada

¿Cómo se manifiestan en la conducta los procesos inhibitorios condicionados? En el caso de la excitación condicionada, la respuesta a este tipo de pregunta es sencilla: los estímulos condicionados excitatorios llegan a provocar nuevas respuestas como la salivación, la aproximación o el parpadeo, según el EI de que se trate. Se podría esperar que los estímulos condicionados inhibitorios provoquen las reacciones contrarias —es decir, supresión de la salivación, de la aproximación o del parpadeo—, pero, ¿cómo se miden esas respuestas opuestas?

Sistemas de respuesta bidireccionales

La identificación de las tendencias de respuesta opuestas es fácil con sistemas de respuesta que pueden cambiar en direcciones contrarias del desempeño normal o de línea base. La tasa cardíaca, la respiración y la temperatura pueden aumentar o disminuir a partir de un nivel de línea base. Ciertas respuestas conductuales también son bidireccionales. Por ejemplo, los animales no humanos pueden acercarse o alejarse de un estímulo, o beber más o menos de una solución edulcorada. En esos casos, la excitación condicionada produce un cambio conductual en una dirección y la inhibición condicionada cambia la conducta en dirección opuesta.

Desafortunadamente, muchas respuestas no son bidireccionales. Considere la inmovilización o la supresión de respuesta como medida del miedo condicionado. Un estímulo condicionado excitatorio provocará inmovilización, pero un inhibidor condicionado no va a producir actividad por arriba de los niveles normales. Un problema similar se presenta en el condicionamiento palpebral. Un EC+ provocará un mayor parpadeo, pero es difícil detectar los efectos inhibitorios de un EC-, pues la tasa de parpadeo en línea base es de entrada baja. Es difícil ver la inhibición del parpadeo por debajo de una línea base de por sí baja. Debido a esas limitaciones, la inhibición condicionada por lo general es medida de manera indirecta usando la prueba del estímulo compuesto o la prueba de retardo de la adquisición.

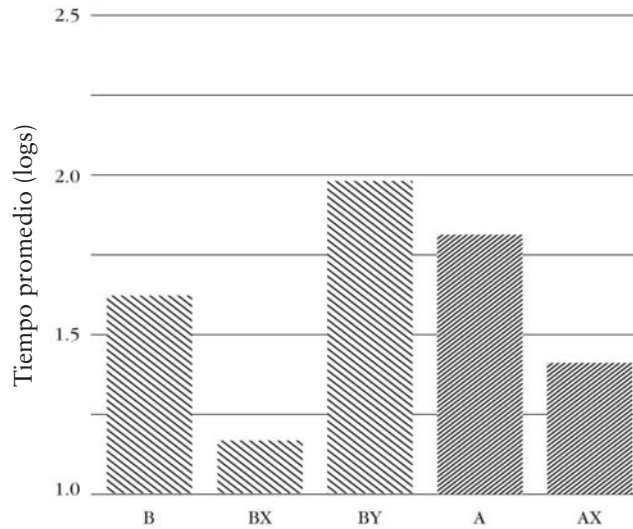
La prueba del estímulo compuesto (o de sumación)

La **prueba del estímulo compuesto** (o de **sumación**) fue muy popular con Pavlov y sigue siendo uno de los procedimientos de mayor aceptación para la medición de la inhibición condicionada. Está basada en la sencilla idea de que la inhibición condicionada contrarresta o inhibe la excitación condicionada. Por consiguiente, para observar la inhibición condicionada tiene que medirse la forma en que la presentación del EC- interrumpe o suprime la respuesta que normalmente sería provocada por un EC+.

Cole, Barnet y Miller (1997) informaron de una demostración de la inhibición condicionada particularmente bien controlada en la cual se usó la prueba del estímulo compuesto o sumación. El experimento se realizó con ratas de laboratorio empleando el procedimiento de supresión de lengüeteo. Los sujetos fueron sometidos a un condicionamiento inhibitorio en el que la presentación aislada de una luz destellante terminaba siempre con una descarga breve (A+) mientras que la presentación de la luz junto con una señal auditiva (X) terminaba sin la descarga (AX-). Es decir, se utilizó el procedimiento de inhibición condicionada de Pavlov y se predijo que X se convertiría en inhibidor del miedo. A lo largo de siete sesiones se realizaron 28 ensayos A+ y 56 ensayos AX-. Los participantes también fueron entrenados en una cámara experimental distinta con otro estímulo auditivo (B) que siempre terminaba en la descarga breve (B+). La intención de esos procedimientos era establecer excitación condicionada para A y B e inhibición condicionada para X.

Cole y sus colaboradores se preguntaron posteriormente si el supuesto inhibidor X suprimiría la respuesta a los estímulos excitatorios A y B. La figura 3.12 resume los resultados de estas pruebas. Se midió el tiempo que requerían los participantes para acumular cinco segundos de ingestión ininterrumpida. Advierta que cuando se presentaban solos los estímulos excitatorios, A y B, las ratas necesitaban cantidades considerables de tiempo para completar el criterio de ingestión durante cinco segundos. En contraste, cuando los estímulos excitatorios se presentaban junto con el inhibidor condicionado (pruebas AX y BX), el requisito de ingestión se completaba mucho más rápido. Por consiguiente, la presentación del estímulo X con A y B reducía la supresión de la ingestión que ocurría cuando A y B se presentaban por sí solos. X inhibía el temor condicionado provocado por A y por B.

La figura 3.12 incluye otra condición de prueba, el estímulo B probado con otra señal auditiva, Y. El estímulo Y no se había condicionado antes como inhibidor condicionado y se presentó para asegurarse de que la introducción de un estímulo nuevo con el estímulo B no ocasionaría la interrupción de la respuesta

**FIGURA 3.12**

Prueba de inhibición del estímulo compuesto en un experimento de supresión de lengüeteo. Los estímulos A y B se condicionaron como estímulos excitatorios presentándolos por sí solos con la descarga (A+ y B+). El estímulo X se condicionó como inhibidor al presentarse con el estímulo A sin la descarga (AX-). El estímulo Y era un estímulo de control que no participó en ningún condicionamiento, excitatorio o inhibitorio. A era una luz destellante, B, X y Y eran señales auditivas (un clic, ruido blanco y un zumbador, que se contrabalancearon entre los participantes). A y AX se probaron en el contexto original del entrenamiento. B, BX y BY se probaron en un contexto diferente. [Tomado de Cole, R. P., Barnet, R. C. y Miller, R. R. (1997), "An evaluation of conditioned inhibition as defined by Rescorla's two-testing strategy", en *Learning and Motivation*, Volumen 28, 333, derechos reservados 1997. Elsevier Science (USA). Reproducido con autorización de Elsevier.]

de temor condicionado. Como se muestra en la figura 3.12, dicha interrupción no ocurrió con el estímulo Y. Es decir, la inhibición del miedo condicionado estaba limitada al estímulo (X) que recibió el entrenamiento de inhibición condicionada. Otro aspecto importante de esos resultados es que X pudo inhibir el temor condicionado no sólo ante el excitador con el que fue entrenado (A), sino también con otro excitador (B) que nunca se presentó con X durante el entrenamiento.

La prueba del estímulo compuesto para la inhibición condicionada indica que la presentación de un inhibidor condicionado, o señal de seguridad, puede reducir los efectos estresantes de una experiencia desagradable. Esta predicción fue probada con pacientes proclives a experimentar ataques de pánico (Carter, Hollon, Carson y Shelton, 1995). Se invitó a pacientes con ataques de pánico a que acudieran al laboratorio acompañados por alguna persona con la cual se sintieran seguros. Se les indujo pánico de manera experimental haciéndolos inhalar una mezcla de gas que contenía niveles elevados de bióxido de carbono y posteriormente se les pidió que informaran de los niveles percibidos de ansiedad e ideación catastrófica producto de la exposición al bióxido de carbono. La operación experimental consistió en la presencia de otra persona con la que los participantes se sentían seguros (el inhibidor condicionado). A la mitad de los participantes se les permitió que la persona en quien confiaban estuviera con ellos en la habitación durante el experimento, mientras que a la otra mitad se les dejó solos durante el experimento. Los resultados indicaron que la presencia de un conocido, que les generaba seguridad, redujo la ansiedad y la ideación

catastrofista asociadas con el ataque de pánico. Esos resultados explican el porqué los niños muestran menos temor durante un examen médico si están acompañados por un padre o tutor en el que confían. (Para una revisión del papel del aprendizaje en el trastorno de pánico consulte Craske y Waters, 2005.)

La prueba del retardo de la adquisición

Otra prueba indirecta de la inhibición condicionada que se usa a menudo es la **prueba del retardo de la adquisición** (Rescorla, 1969b). La base de esta prueba es sencilla. Si un estímulo es un inhibidor activo de una determinada respuesta, entonces debería ser especialmente difícil condicionarlo para provocar esa conducta. En otras palabras, la rapidez con que ocurre el condicionamiento excitatorio debería ser menor si el EC es un inhibidor condicionado. Esta predicción fue sometida a prueba por Cole y sus colaboradores (1997) en un experimento similar al estudio descrito antes sobre la prueba de sumación.

Después del mismo tipo de condicionamiento inhibitorio que produjo los resultados resumidos en la figura 3.12, Cole y sus colaboradores tomaron el estímulo X (que había sido condicionado como inhibidor) y el estímulo Y (que no había sido empleado antes en un procedimiento de condicionamiento) y realizaron una prueba de retardo de la adquisición emparejando en tres ocasiones cada estímulo con la descarga. (Tres ensayos de adquisición eran suficientes ya que el temor condicionado se aprende más rápido que la inhibición del miedo.) En seguida de los tres ensayos de adquisición, cada estímulo fue probado para ver cuál provocaría mayor supresión de la ingestión. Los resultados son mostrados en la figura 3.13. El tiempo requerido para completar cinco segundos de ingestión fue mayor en presencia del estímulo control Y que en presencia del estímulo X, que antes había sido entrenado como inhibidor condicionado. Por consiguiente, el entrenamiento inhibitorio inicial de X retardó su adquisición de propiedades excitatorias del temor condicionado.

Puede ser difícil distinguir la inhibición condicionada de otros procesos conductuales. Por lo tanto, la mejor estrategia es utilizar más de una prueba para asegurarse que todos los resultados apuntan a la misma conclusión. Rescorla (1969b) aconsejaba el uso tanto de la prueba del estímulo compuesto como de la prueba de retardo de la adquisición; desde entonces, esta estrategia dual goza de popularidad (Campolattaro, Schnitker y Freeman, 2008; Savastano *et al.*, 1999; Williams *et al.*, 1992).

PREDOMINIO DEL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO

Por lo general el condicionamiento clásico es estudiado en situaciones de laboratorio, pero no es necesario saber mucho sobre el tema para darse cuenta que también ocurre en una amplia variedad de situaciones fuera del laboratorio y es más probable que el condicionamiento clásico tenga lugar cuando un suceso precede a otro de manera confiable en un emparejamiento EC-EI de demora corta, lo cual ocurre en muchos aspectos de la vida. Como se mencionó al inicio del capítulo, los estímulos del entorno ocurren en una secuencia temporal ordenada, lo que en buena medida obedece a las restricciones físicas de la causalidad. Algunos eventos simplemente no pueden suceder antes que hayan ocurrido otras cosas, por ejemplo, los huevos no pueden cocerse hasta haber sido puestos en agua hirviendo. Las instituciones y las costumbres sociales también aseguran que

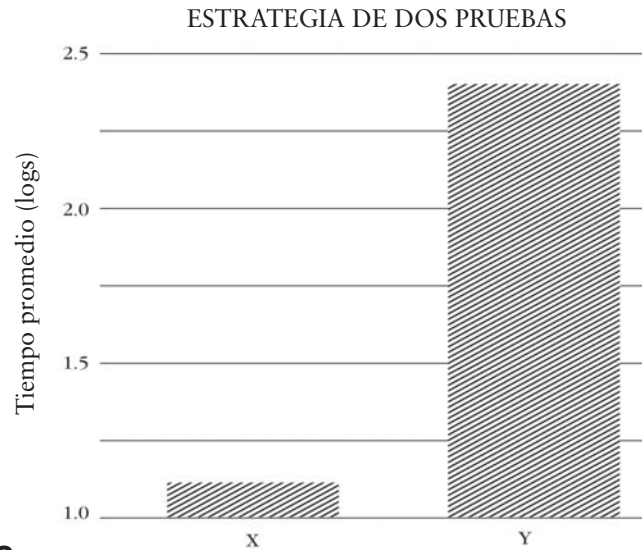


FIGURA 3.13

Efectos de una prueba de retardo de la adquisición en un experimento de supresión del lengüeteo después del mismo tipo de condicionamiento inhibitorio que se llevó a cabo para producir los resultados presentados en la figura 3.12. El estímulo X había sido condicionado antes como un estímulo inhibitorio mientras que el estímulo Y no había sido sometido antes a entrenamiento. [Tomado de Cole, R. P., Barnet, R. C. y Miller, R. R. (1997). An evaluation of conditioned inhibition as defined by Rescorla's two test strategy, in *Learning and Motivation*, Volumen 28, 333, derechos reservados 1997. Elsevier Science (USA). Reproducido con autorización de Elsevier.]

las cosas ocurren en un orden predecible. El condicionamiento clásico puede ocurrir cada vez que un estímulo precede a otro de manera confiable.

Un área de investigación que ha generado gran interés es la forma en que la gente llega a juzgar que un evento es la causa de otro. En estudios sobre los juicios causales humanos se expone a los participantes a apariciones repetidas de dos eventos (por ejemplo, a la presentación breve en la pantalla de una computadora de las fotografías de un capullo floreciendo y de una regadera) en diversas disposiciones temporales.

Por ejemplo, en una condición la regadera siempre aparece primero que la flor; en otra puede presentarse en momentos aleatorios en relación a la flor. Después de observar varias apariciones de ambos objetos se pide a los sujetos que emitan sus juicios acerca de la fuerza de la relación causal entre ellos. Los estudios de los juicios causales humanos se asemejan a los del condicionamiento pavloviano en que ambos implican experiencias repetidas con dos eventos y respuestas que se basan en la medida en que esos dos eventos se relacionan entre sí. De acuerdo a esta correspondencia, se podría presumir que existen muchos puntos comunes en los resultados de los juicios causales y los experimentos del condicionamiento pavloviano. Esa predicción ha sido apoyada en muchos estudios, lo que indica que los mecanismos asociativos pavlovianos no se limitan a los perros de Pavlov, sino que pueden desempeñar un papel en los numerosos juicios de causalidad que todos hacemos en el curso de nuestras vidas (Allan, 2005).

Como se describió antes en el capítulo, el condicionamiento pavloviano puede conducir al condicionamiento de preferencias o aversiones alimentarias. También puede dar lugar a la adquisición del miedo. Las respuestas condicionadas

de temor han resultado de especial interés, ya que pueden contribuir de manera importante a los trastornos de ansiedad, fobias y al trastorno de pánico (Bouton, 2001; Bouton, Mineka y Barlow, 2001; Craske, Hermans y Vansteenwegen, 2006). Como veremos profusamente en el capítulo 4, el condicionamiento pavloviano también está involucrado en la tolerancia y la dependencia a las drogas. Las señales que acompañan de manera confiable al consumo de las drogas pueden llegar a provocar respuestas relacionadas con el estupefaciente, por medio del condicionamiento. Al analizar este tipo de aprendizaje entre los dependientes al crack, el Dr. Scott Lukas del Hospital McLean en Massachusetts describió los efectos de estímulos condicionados a la droga diciendo que “Esas señales se convierten en recuerdos relacionados con el crack y los dependientes responden como los perros de Pavlov” (*Newsweek*, 12 de febrero de 2001, p. 40).

El condicionamiento pavloviano también interviene en las respuestas de la madre y el bebé durante la lactancia. La succión implica la estimulación mutua del niño y la madre. Para que el amamantamiento sea exitoso, la madre debe sostener al bebé en una postura particular, la cual proporciona estímulos táctiles especiales para ambos. Los estímulos táctiles experimentados pueden condicionarse para provocar respuestas de orientación y succión de parte del bebé (Blass, Ganchrow y Steiner, 1984). Los estímulos táctiles experimentados por la madre también pueden condicionarse, en este caso, para provocar en ella la respuesta de bajada de la leche en anticipación a la succión del pequeño. Es común que las madres que amamantan a sus bebés experimenten el reflejo de bajada de la leche cuando el niño llora o cuando llega el momento usual de alimentarlo. Todos esos estímulos (señales táctiles especiales, el llanto del bebé y el momento normal de la alimentación) preceden confiablemente a la succión por parte del niño. Por consiguiente, pueden condicionarse a la estimulación de la succión y llegar a provocar la secreción de leche como RC. Las respuestas anticipatorias condicionadas de orientación y succión y la respuesta anticipatoria condicionada de bajada de la leche hacen que la experiencia de la lactancia sea más exitosa para bebé y madre.

El condicionamiento pavloviano también es importante en las situaciones sexuales. Aunque las observaciones clínicas indican que la conducta sexual humana puede ser moldeada por experiencias de aprendizaje (Akins, 2004), la evidencia más sistemática del condicionamiento sexual proviene de estudios con animales de laboratorio (Pfaus, Kippin y Centeno, 2001; Woodson, 2002). En esos estudios, los machos son los participantes y el EI es la visión de una hembra sexualmente receptiva o el acceso físico a una hembra (Domjan, 1998). Los sujetos llegan a aproximarse a los estímulos que señalan la disponibilidad de una pareja sexual (Burns y Domjan, 1996; Hollis, Cadieux y Colbert, 1989). La presentación de un EC sexual también facilita varios aspectos de la conducta reproductiva. Estudios realizados con ratas, codornices y peces han demostrado que después de la exposición a un EC sexual los machos realizan con más rapidez las respuestas de la cópula (Zamble, Hadad, Mitchell y Cutmore, 1985), compiten con más éxito con otros machos por el acceso a una hembra (Gutiérrez y Domjan, 1996), muestran más conducta de cortejo (Hollis, Cadieux y Colbert, 1989), liberan mayores cantidades de esperma (Domjan, Blesbois y Williams, 1998) y muestran mayores niveles de testosterona y de la hormona luteinizante (Graham y Desjardins, 1980).

Aunque los estudios previos del condicionamiento sexual son dignos de atención, la recompensa última de la conducta sexual es el número de descendientes produ-



Cortesía de Donald A. Dewsbury

K. L. Hollis

cidos. Hollis, Pharr, Dumas, Britton y Field (199) fueron los primeros en demostrar (en una especie de peces) que la presentación de un EC+ pavloviano antes de un encuentro sexual incrementaba considerablemente el número de crías que resultaba de la conducta reproductiva. Este efecto del condicionamiento pavloviano sobre una mayor fertilidad también se demostró en la codorniz (Adkins-Regan y MacKillop, 2003; Mahometa y Domjan, 2005). En un estudio reciente, el condicionamiento pavloviano también influyó en el resultado de la competencia espermática en la codorniz domesticada (Matthews, Domjan, Ramsey y Crews, 2007). Para observar la competencia espermática, se permitió que dos codornices macho copularan con la misma hembra. Una interacción copulatoria en la codorniz puede fertilizar hasta 10 de los huevos que produce la hembra después del encuentro sexual. Si dos machos copulan con la misma hembra en sucesión, el macho cuya cópula es señalada por un EC+ pavloviano procrea una cantidad significativamente mayor de crías resultantes. Éste es un hallazgo muy importante pues demuestra que “el aprendizaje y la experiencia individual pueden influir en la transmisión genética, así como en los cambios evolutivos que resultan de la competencia sexual” (Matthews *et al.*, 2007, p. 762).

COMENTARIOS FINALES

En el capítulo 3 se continuó la revisión de la conducta provocada, pero desplazó la atención de la habituación y la sensibilización al condicionamiento clásico. El condicionamiento clásico es un poco más complejo, toda vez que implica conducta provocada mediada por mecanismos asociativos. En efecto, el condicionamiento clásico es una de las principales técnicas para poder investigar cómo se aprenden las asociaciones. Como hemos visto, puede estar asociado con muchos aspectos importantes de la conducta. Dependiendo del procedimiento empleado, el aprendizaje puede ocurrir con rapidez o lentitud. Con algunos procedimientos se aprenden respuestas excitatorias; con otros, el organismo aprende a inhibir una tendencia de respuesta excitatoria. El condicionamiento excitatorio e inhibitorio puede ocurrir en varios aspectos de la experiencia común, y nos ayuda a afrontar eventos biológicos significativos (los estímulos incondicionados).

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa las semejanzas y diferencias entre habituación, sensibilización y condicionamiento clásico.
2. ¿Qué es el aprendizaje de objeto y en qué se asemeja y se distingue del condicionamiento clásico convencional?
3. ¿Cuál es el procedimiento más eficaz para el condicionamiento excitatorio y en qué se diferencia de otras posibilidades?
4. ¿Qué es un procedimiento de control para el condicionamiento excitatorio y qué procesos se pretenden descartar con dicho procedimiento?
5. ¿Existe relación entre la excitación y la inhibición condicionadas? De ser así, ¿cómo?
6. Describa los procedimientos para el condicionamiento y la medición de la inhibición condicionada.
7. Describa cuatro razones por las que el condicionamiento clásico es de interés para los psicólogos.

TÉRMINOS CLAVE

- aprendizaje de objeto** Aprendizaje de las asociaciones entre los diferentes elementos de un objeto.
- automoldeamiento** Lo mismo que *seguimiento de señales*.
- condicionamiento de demora corta** Procedimiento de condicionamiento clásico en el cual el estímulo condicionado aparece poco antes que el estímulo incondicionado en cada ensayo de condicionamiento.
- condicionamiento de huella** Procedimiento de condicionamiento clásico en que el estímulo incondicionado se presenta poco después que concluyó el estímulo condicionado.
- condicionamiento evaluativo** Cambiar el valor hedónico o el gusto por un estímulo que al inicio es neutro, asociándolo con algo que ya produce agrado o desagrado.
- condicionamiento inhibitorio** Tipo de condicionamiento clásico en que el estímulo condicionado se convierte en una señal de la ausencia del estímulo incondicionado.
- condicionamiento retroactivo** Procedimiento en que el estímulo condicionado se presenta poco después del estímulo incondicionado en cada ensayo.
- condicionamiento simultáneo** Procedimiento de condicionamiento clásico en que el estímulo condicionado y el estímulo incondicionado se presentan al mismo tiempo en cada ensayo de condicionamiento.
- control explícitamente no emparejado** Procedimiento en que se presentan tanto el estímulo condicionado como el incondicionado, pero con tiempo suficiente entre ellos para que no se asocien entre sí.
- ensayo de condicionamiento** Episodio de entrenamiento que involucra la presentación de un estímulo condicionado con (o sin) un estímulo incondicionado.
- ensayo de prueba** Ensayo en que el estímulo condicionado se presenta sin el estímulo incondicionado. Esto permite la medición de la respuesta condicionada sin la presencia de la respuesta incondicionada.
- estímulo condicional o condicionado (EC)** Un estímulo que al inicio no provoca una respuesta particular, pero lo llega a hacer como resultado de su asociación con un estímulo incondicionado.
- estímulo incondicional o incondicionado (EI)** Estímulo que provoca una determinada respuesta sin necesidad de entrenamiento previo.
- hipótesis de codificación temporal** La idea de que los procedimientos de condicionamiento pavloviano no sólo dan lugar al aprendizaje de que el EI ocurre, sino al momento exacto en que ocurre en relación al EC. El EC llega a representar (o codificar) el momento de presentación del EI.
- intervalo EC-EI** Lo mismo que *intervalo entre estímulos*.
- intervalo de huella** El intervalo entre el final del estímulo condicionado y el inicio del estímulo incondicionado en los ensayos de condicionamiento de huella.
- intervalo entre estímulos** Tiempo que transcurre entre las presentaciones del estímulo condicionado (EC) y el estímulo incondicionado (EI) durante un ensayo de condicionamiento clásico. También se conoce como *intervalo EC-EI*.
- intervalo entre ensayos** Tiempo que transcurre entre dos ensayos sucesivos.
- latencia** Tiempo transcurrido entre el inicio de un estímulo (o de un ensayo) y la respuesta que se da ante el estímulo.
- magnitud de la respuesta** Medida del tamaño, fuerza o extensión de la respuesta.
- probabilidad de una respuesta** Probabilidad de que se produzca la respuesta, que por lo general se representa en términos del porcentaje de ensayos en que ocurre la respuesta.
- procedimiento de control aleatorio** Procedimiento en que los estímulos condicionado e incondicionado se presentan en momentos aleatorios respecto uno del otro.
- procedimiento de supresión del lengüeteo** Similar al procedimiento de respuesta emocional condicionada (REC) o supresión condicionada. Pero, en lugar de que la conducta suprimida por el temor condicionado sea la presión de palanca para obtener comida, la

línea base es el lengüeteo de un bebedero por parte de ratas sedientas. La presentación de un EC condicionado al temor hace más lenta la tasa de la ingestión.

prueba del estímulo compuesto Procedimiento de prueba que identifica un estímulo como inhibidor condicionado si éste reduce la respuesta provocada por un estímulo condicionado excitatorio. También se conoce como *prueba de sumación*.

prueba de retardo de la adquisición Procedimiento de prueba que identifica a un estímulo como inhibidor condicionado si es más lento para adquirir propiedades excitatorias que un estímulo de comparación.

prueba de sumación Lo mismo que *prueba del estímulo compuesto*.

pseudocondicionamiento Aumento en la respuesta que puede ocurrir ante un estímulo cuyas presentaciones se entremezclan con las presentaciones de un estímulo incondicionado (EI) sin el establecimiento de una asociación entre el estímulo y el EI.

respuesta condicional o condicionada (RC) La respuesta que llega a presentarse ante el estímulo condicionado como resultado del condicionamiento clásico.

respuesta emocional condicionada (REC) Supresión de una conducta instrumental que recibe reforzamiento positivo (por ejemplo, presionar la palanca para obtener bolitas de comida) causada por la presentación de un estímulo que se asoció con un estímulo aversivo. También se conoce como *supresión condicionada*.

respuesta incondicional o incondicionada (RI) Respuesta que se presenta ante un estímulo sin que se requiera entrenamiento previo. *supresión condicionada* Lo mismo que *respuesta emocional condicionada*.

seguimiento de señales Acercamiento y posible contacto con un estímulo que señala la disponibilidad de un reforzador positivo, como comida. Se conoce también como *automoldeamiento*.

supresión condicionada Lo mismo que *respuesta emocional condicionada*.

Condicionamiento clásico: mecanismos

¿A qué deben su eficacia los estímulos condicionado e incondicionado?

Respuestas iniciales a los estímulos
Novedad de los estímulos condicionado e incondicionado
Intensidad y notoriedad del EC y el EI
Relevancia o pertinencia EC-EI
Aprendizaje sin un estímulo incondicionado

¿Qué determina la naturaleza de la respuesta condicionada?

El modelo de sustitución del estímulo
Aprendizaje y homeostasis: un caso especial de sustitución del estímulo

El EC como determinante de la forma de la RC

Respuesta condicionada y sistemas de conducta

Aprendizaje E-R frente a aprendizaje E-E

¿Cómo se asocian los estímulos condicionado e incondicionado?

El efecto de bloqueo

El modelo de Rescorla y Wagner

Otros modelos del condicionamiento clásico

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

En el capítulo 4 se continúa con la revisión del condicionamiento clásico, enfocándose en los mecanismos y los resultados de esta forma de aprendizaje. El análisis se organiza alrededor de tres temas fundamentales: primero se describirán las características de los estímulos que determinan su eficacia como estímulos condicionado e incondicionado; luego se examinarán los factores que deciden los tipos de respuestas que llegan a presentarse ante los estímulos condicionados y, posteriormente, en la tercera y última sección del capítulo, se expondrán los mecanismos del aprendizaje implicados en el desarrollo de la respuesta condicionada. Gran parte de esta revisión tiene que ver con la forma en que se establecen y se expresan las asociaciones. Sin embargo, también incluye observaciones sobre los esfuerzos por desarrollar modelos no asociativos del condicionamiento.

¿A QUÉ DEBEN SU EFICACIA LOS ESTÍMULOS CONDICIONADO E INCONDICIONADO?

Es posible que ésta sea la pregunta más elemental que pueda plantearse acerca del condicionamiento clásico. Pavlov abordó originalmente el tema de los factores que determinan la eficacia de los estímulos condicionado e incondicionado y esta cuestión sigue atrayendo la atención de los investigadores contemporáneos.

Respuestas iniciales a los estímulos

Pavlov trató los criterios de eficacia de los estímulos condicionado e incondicionado en sus definiciones de los términos *condicionado* e *incondicionado*. Según esas definiciones, el EC no provoca al principio la respuesta condicionada, pero llega a hacerlo como resultado de su asociación con el EI. En contraste, el EI provoca la respuesta objetivo desde el inicio y sin entrenamiento especial.

Pavlov planteó sus definiciones en términos de la provocación de la respuesta a ser condicionada. Debido a ello, la identificación de posibles estímulos condicionados e incondicionados requiere la comparación de las respuestas provocadas por cada uno de ellos antes del condicionamiento. Por lo que la comparación hace que la identificación de los EC y EI sea *relativa*. Un evento particular puede funcionar como EC respecto a un estímulo y como EI en relación con otro.

Por ejemplo, considere una agradable solución de sacarina para ratas sedientas. El sabor de la sacarina puede funcionar como el EC en un procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor en que la enfermedad es el EI. En este caso, los ensayos de condicionamiento consisten en la exposición al sabor de la sacarina seguida de un fármaco que induce malestar y el participante adquiere una aversión a la solución dulce.

La misma solución de sacarina puede ser el EI en un experimento de seguimiento de señales. En tal caso, los ensayos de condicionamiento implican la presentación de una señal luminosa (el EC) justo antes de cada presentación de una pequeña cantidad de sacarina (el EI) en el bebedero. Después de algunos ensayos de este tipo, los animales empezarían a acercarse al EC luminoso. Consecuentemente, que la solución de sacarina se considere un EI o un EC depende de su relación con otros estímulos en la situación.

Novedad de los estímulos condicionado e incondicionado

Como vimos en los estudios sobre la habituación, el impacto conductual de un estímulo depende de su novedad. Los estímulos demasiado conocidos no provocan reacciones tan vigorosas como los estímulos novedosos. La novedad también es importante en el condicionamiento clásico. Si el estímulo condicionado o el incondicionado son sumamente familiares, el aprendizaje avanza más lentamente que si dichos estímulos fueran novedosos.

Inhibición latente o preexposición al EC

Se ha demostrado en varios estudios que si un estímulo es altamente familiar no será tan fácil asociarlo con un EI como en el caso de un estímulo novedoso. Este fenómeno se conoce como **efecto de inhibición latente** o **efecto de preexposición al EC** (Hall, 1991; Lubow, 1989). Los experimentos sobre el efecto de inhibición latente incluyen dos fases, en la primera se expone a los sujetos a presentaciones repetidas del EC por sí solo. Esto se denomina fase de preexposición, pues es anterior a los ensayos de condicionamiento pavloviano. La preexposición al EC lo vuelve muy familiar y carente de relevancia particular ya que, hasta este punto, se ha presentado solo y sin consecuencia. Después de la fase de preexposición, el EC se empareja con el EI mediante los procedimientos convencionales del condicionamiento clásico. El resultado común es que los sujetos se muestran lentos para adquirir la respuesta debido a la preexposición al EC. Por consiguiente, la preexposición al EC inhibe o entorpece el aprendizaje. El efecto se denomina *inhibición latente* para distinguirlo de la inhibición condicionada que se describió en el capítulo 3.

La inhibición latente es similar a la habituación, pues permiten limitar el procesamiento y la atención dirigida a los estímulos que se presentan solos y que por ende son intrascendentes. La habituación permite sesgar la conducta provocada a favor de los estímulos novedosos; la inhibición latente sesga el aprendizaje a favor de los estímulos novedosos. Como advirtieron Lubow y Gewirtz (1995), la inhibición latente “promueve la selectividad del estímulo que se requiere para un aprendizaje rápido” (p. 87).

Aunque originalmente se descubrió en estudios con ovejas (Lubow y Moore, 1959), el efecto de la inhibición latente ha atraído un gran interés en los análisis del comportamiento humano. Los experimentos de inhibición latente con humanos han empleado como paradigma un juego de video (Nelson y Sanjuan, 2006) y una tarea de detección de blancos (Lubow y Kaplan, 2005). En ambos procedimientos, la exposición previa a una señal reduce la tasa posterior de aprendizaje sobre ese estímulo. La interpretación dominante de esos hallazgos es que la preexposición al EC disminuye la atención que se le presta y a su vez eso obstaculiza el aprendizaje posterior acerca de ese estímulo.

Debido a que en la inhibición latente participan mecanismos de atención, se le ha relacionado con enfermedades como la esquizofrenia, que incluye déficit en la atención. La inhibición latente disminuye en pacientes con esquizofrenia aguda al poco tiempo de iniciar la medicación y también es atenuada en individuos normales con una elevada puntuación en la escala de personalidad esquizotípica. Dada la participación de la dopamina (un neurotransmisor) en la esquizofrenia, no sorprende que la inhibición latente sea reducida por los agonistas del receptor de la dopamina y ampliada por los antagonistas del receptor de la dopamina (Lubow y Kaplan, 2005).

El efecto de la preexposición al EI

El diseño de los experimentos sobre la importancia de la novedad del EI es similar al de los experimentos de preexposición al EC. Primero se somete a los sujetos a exposiciones repetidas en que se presenta el EI solo. Luego se empareja al EI con un EC y se supervisa el progreso del aprendizaje. Los sujetos familiarizados con un EI antes de que se empareje con un EC muestran un desarrollo más lento de la respuesta condicionada al EC que los participantes para quienes el EI es novedoso durante los emparejamientos EC-EI. Este resultado se conoce como **efecto de preexposición al EI** (Randich y LoLordo, 1979; Saladin *et al.*, 1989).

En los análisis del efecto de preexposición al EI se muestra un mecanismo de *interferencia asociativa* (Hall, 2008). Según esta explicación, durante la fase de preexposición se condicionan las señales relacionadas con las presentaciones del EI. Éstas pueden ser las señales contextuales de la situación en la que se presenta el EI. Si el EI es una droga, las señales relacionadas con la inyección pueden quedar condicionadas durante la fase de la preexposición. La presencia de esas señales durante la fase posterior del condicionamiento dificulta el aprendizaje posterior. Tendré más que decir acerca de este mecanismo de interferencia en una parte posterior del capítulo en que describo el efecto de bloqueo.

Intensidad y notoriedad del EC y el EI

Otra variable del estímulo que es importante para el condicionamiento clásico es la intensidad de los estímulos condicionado e incondicionado. La mayor parte de los efectos biológicos y fisiológicos de la estimulación se relacionan con la intensidad de la entrada del estímulo. Esto también sucede en el condicionamiento pavloviano. Se obtiene una respuesta condicionada más vigorosa cuando se emplean estímulos condicionados e incondicionados más intensos (Bevins, McPhee, Rauhut y Ayres, 1997; Kamin, 1965; Ploog y Zeigler, 1996; Scavio y Gormezano, 1974).

La intensidad del estímulo es un factor que contribuye a lo que en términos generales se denomina **notoriedad del estímulo**. El término *notoriedad* no está bien definido, pero corresponde aproximadamente a *importancia* o *perceptibilidad*. Las teorías del aprendizaje por lo general suponen que éste es más rápido con estímulos más notorios (McLaren y Mackintosh, 2000; Pearce y Hall, 1980). Es posible aumentar la notoriedad o importancia de un estímulo aumentando su intensidad, así como su capacidad para atraer la atención. Asimismo, puede aumentarse la notoriedad de un estímulo haciéndolo más pertinente para las necesidades biológicas del organismo. Por ejemplo, los animales prestan más atención al sabor de la sal si sufren una deficiencia nutricional de sal (Krieckhaus y Wolf, 1968). En congruencia con este resultado, Sawa, Nakajima e Imada (1999) encontraron que ratas con deficiencia de sodio aprendieron aversiones más fuertes al sabor de la sal que sujetos control sin la deficiencia.

Otra forma de aumentar la notoriedad de un EC es hacerlo más parecido a los tipos de estímulos que puede encontrar el animal en su entorno natural. Un ejemplo de ello se encuentra en los estudios de condicionamiento sexual con codornices domesticadas. En el experimento típico, el acceso a una codorniz hembra funciona como el reforzador sexual, o EI, para un macho y esta oportunidad sexual es señalada por la presentación del EC. El EC puede ser una señal arbitraria como una luz o un objeto de felpa; aunque existe la alternativa de hacerlo más natural o

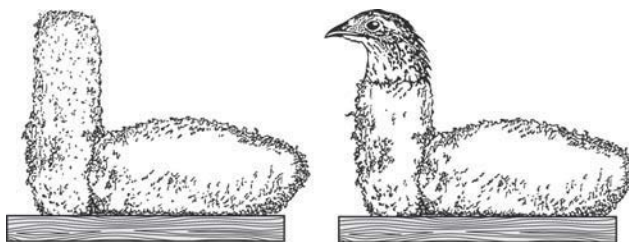


FIGURA 4.1

Objetos (EC) usados como señales de la oportunidad para copular en estudios del condicionamiento sexual con codornices macho. El objeto a la izquierda es arbitrario y elaborado por completo de felpa. El objeto a la derecha incluye la cabeza y algunas plumas del cuello de un ejemplar femenino disecado, lo cual proporciona algunas señales de la hembra. (Cusato y Domjan, 1998).

notorio agregándole señales parciales de una hembra (figura 4.1). Algunos estudios han mostrado que si se emplea un EC naturalista en un condicionamiento sexual, el aprendizaje procede con mayor rapidez, se condicionan más componentes de la conducta sexual y el incremento del intervalo EC-EI no impide el aprendizaje con tanta facilidad (Domjan, Cusato y Krause, 2004). Un EC naturalista también facilita el aprendizaje si el EI es comida (Cusato y Domjan, 2000).

Relevancia o pertinencia EC-EI

Otra variable que rige la tasa del condicionamiento clásico es la medida en que el EC es relevante para o *pertinente* para el EI. García y Koelling (1966) fueron los primeros en demostrar la importancia de la relevancia del estímulo en un experimento ya clásico. Los investigadores llevaron a cabo un estudio con ratas de laboratorio en el cual compararon el aprendizaje sobre el dolor periférico (inducido por una descarga en la pata) y el aprendizaje sobre la enfermedad (inducida por la irradiación o la inyección de un fármaco).

En su ambiente natural, es probable que las ratas enfermen después de consumir un alimento envenenado. En contraste, es posible que experimenten dolor periférico cuando son cazadas y mordidas por un depredador al que pueden escuchar y ver. Para representar las señales relacionadas con la comida, García y Koelling usaron como EC una solución de agua con un sabor distintivo; para representar las señales relacionadas con el depredador, usaron un EC audiovisual.

El experimento, diagramado en la figura 4.2, implicó hacer que las ratas lengüetearan un bebedero antes de la presentación de uno de los estímulos incondicionados. El bebedero suministraba agua dulce o salada, y cada lengüeteo del tubo activaba un breve estímulo audiovisual (un clic y un destello de luz). De esta forma, las ratas encontraban al mismo tiempo los estímulos gustativo y audiovisual. Posterior a la exposición a esos estímulos condicionados, los animales recibían una breve descarga a través de la rejilla del piso o se les hacía enfermar.

A partir de que los estímulos incondicionados utilizados eran aversivos, se esperaba que las ratas aprendieran algún tipo de aversión. Después del condicionamiento, los investigadores midieron la respuesta de los animales a los EC gustativo y audiovisual presentados de manera individual. En las pruebas con el EC gustativo, el agua tenía el mismo sabor que antes, pero ahora los lengüeteos

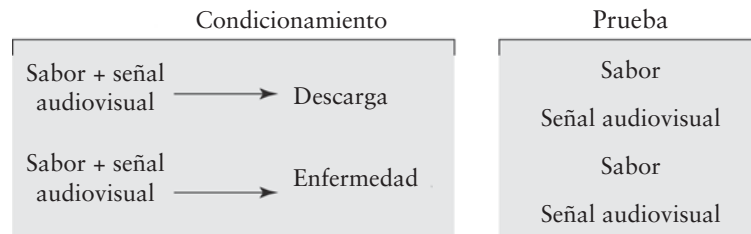
**FIGURA 4.2**

Diagrama del experimento de García y Koelling (1966). Primero se sometió a grupos separados de ratas de laboratorio al emparejamiento de un estímulo compuesto por un sabor y una señal audiovisual con una descarga o con enfermedad. Posteriormente se probó a los sujetos con los estímulos gustativo y audiovisual por separado.

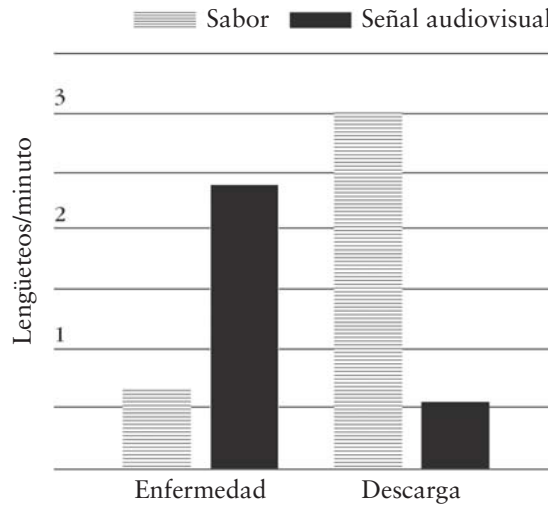
no activaban la señal audiovisual. Durante las pruebas con el EC audiovisual, el agua era insabora, pero la señal audiovisual se activaba brevemente cada vez que el animal lamía el tubo. El grado de aversión condicionada al EC gustativo o al EC audiovisual se dedujo a partir de la supresión de la ingestión.

Los resultados del experimento se resumen en la figura 4.3. Los animales condicionados con la descarga mostraron después una reducción mucho mayor de su ingestión de agua cuando se les probó con el estímulo audiovisual que cuando se les probó con el EC gustativo. Se descubrió el resultado opuesto con los animales condicionados con la enfermedad. Esas ratas disminuyeron mucho más su consumo de agua cuando se presentaba el EC gustativo que cuando la ingestión producía la presentación del estímulo audiovisual.

El experimento de García y Koelling muestra el principio de relevancia o pertinencia entre EC y EI. El aprendizaje dependía de la relevancia del EC para el EI empleado. El sabor se asociaba fácilmente con la enfermedad mientras que las señales audiovisuales se asociaban asimismo con el dolor periférico. El aprendizaje sólo ocurría con rapidez si el EC se combinaba con el EI apropiado. El EC audiovisual por lo general no era más eficaz que el EC gustativo. Más bien, sólo era más eficaz cuando se usaba una descarga como EI. De igual modo, en términos generales, la descarga no era más eficaz que la enfermedad como EI. Más bien, la descarga condicionaba aversiones más fuertes que la enfermedad sólo cuando se usaba una señal audiovisual como EC.

El efecto de la pertinencia entre EC y EI obtenido por García y Koelling no gozó al principio de mucha aceptación. Sin embargo, muchos estudios posteriores confirmaron los hallazgos originales (Domjan, 1983; Rescorla, 2008). El efecto de selectividad de la asociación se observa incluso en ratas de un día de nacidas (Gemberling y Domjan, 1982). Esta observación revela que no se requiere de gran experiencia con sabores y enfermedad (o de señales audiovisuales con dolor periférico) para poder observar el efecto de relevancia del estímulo. Más bien, el fenómeno parece reflejar una predisposición genética para el aprendizaje selectivo de ciertas combinaciones de estímulos condicionados e incondicionados. (Logue *et al.*, 1981; Pelchat y Rozin, 1982, presentan evidencia de la relevancia del estímulo en el aprendizaje de aversión a la comida en humanos).

Los efectos de la relevancia del estímulo también han sido documentados en otros contextos. Por ejemplo, algunos experimentos han demostrado que a las pa-

**FIGURA 4.3**

Resultados del experimento de García y Koelling (1966). Las ratas condicionadas con enfermedad aprendieron una aversión más fuerte al sabor que a las señales audiovisuales. En contraste, las ratas condicionadas con la descarga aprendieron una aversión más fuerte a las señales audiovisuales que a las gustativas. (Adaptado de García y Koelling, 1966).

lomas les resulta más sencillo asociar la comida con señales visuales que con señales auditivas. En contraste, si la situación de condicionamiento involucra una descarga, las señales auditivas son más eficaces como EC que las visuales (LoLordo, Jacobs y Foree, 1982; Kelley, 1986). Se han encontrado efectos análogos en ratas. Por ejemplo, en un estudio reciente se comparó el aprendizaje con cocaína como EI apetitivo con el aprendizaje con una descarga como EI aversivo (Weiss *et al.*, 2003). La cocaína fue un EI más eficaz en el condicionamiento de un EC luminoso, mientras que una descarga funcionó mejor en el condicionamiento de un tono. En conjunto, esos resultados indican que las señales visuales son relevantes para el aprendizaje acerca de eventos biológicamente significativos positivos o agradables mientras que las señales auditivas son importantes para aprender acerca de eventos negativos o aversivos (consulte también el trabajo de Weiss, Panlillo y Schindler, 1993a, b).

Los efectos de la relevancia del estímulo también sobresalen en la adquisición del temor en los primates (Öhman y Mineka, 2001; Mineka y Öhman, 2002). Experimentos realizados con monos rhesus y con seres humanos han demostrado que el condicionamiento del temor procede con mayor rapidez con señales relevantes para el miedo (como la visión de una serpiente) que con señales irrelevantes para el temor (como la visión de una flor o de un hongo). No obstante, esta diferencia no se observa si se usa un EI apetitivo. Esta ventaja selectiva de las serpientes como estímulos en el condicionamiento del temor no requiere de la conciencia (Öhman y Soares, 1998) y parece reflejar una adaptación evolutiva para detectar con rapidez estímulos que son biológicamente peligrosos y aprender a temerles. Por ejemplo, en un estudio reciente niños de incluso tres años de edad pudieron detectar con mayor rapidez las fotografías de serpientes que las de flores o ranas (LoBue y DeLoache, 2008). Como señalaron Mineka y Öhman (2002), “el condicionamiento del temor ocurre con mayor facilidad en las situaciones que presentan amenazas recurrentes para la supervivencia en la evolución de los mamíferos” (p. 928).

Aprendizaje sin un estímulo incondicionado

Hasta aquí, hemos analizado el condicionamiento clásico en situaciones que incluyen un EI: un estímulo que tiene impacto conductual de manera incondicional o sin entrenamiento previo. Si el condicionamiento pavloviano sólo se aplicara en situaciones que involucren un EI, sería bastante limitado; sólo ocurriría si se recibiese comida, descargas o si se tuviese sexo. ¿Qué pasaría el resto del tiempo, cuando no se está comiendo o teniendo sexo? Como se sabe, el condicionamiento pavloviano también puede tener lugar en situaciones en que no está presente un EI. Existen dos formas distintas de condicionamiento clásico sin un EI. Una es el *condicionamiento de orden superior* y la otra es el *precondicionamiento sensorial*.

Condicionamiento de orden superior

Los temores irracionales se desarrollan a menudo por medio del **condicionamiento de orden superior**. Por ejemplo, Wolpe (1990) describió el caso de una mujer que al principio desarrolló miedo a las multitudes. Para ella, estar en una multitud era un EC que le provocaba temor condicionado. No se sabe cómo se desarrolló originalmente este temor. Tal vez recibió empujones y empujones en una multitud (EC) y sufrió alguna herida (el EI). Para evitar la activación de su miedo, la mujer sólo iba al cine durante el día, cuando asistía poca gente. En una de esas visitas, el cine se abarrotó de repente con estudiantes. Esto alteró mucho a la mujer, quien llegó a asociar las señales de la sala de cine con las multitudes. De este modo, un EC (las multitudes) condicionaron el temor a otro estímulo (la sala de cine) que antes no provocaba temor. El aspecto sorprendente de esta transferencia del temor es que la mujer nunca experimentó una lesión corporal o un EI aversivo en la sala del cine. En ese sentido, el temor era irracional.

Como ilustra este estudio de caso, el condicionamiento de orden superior ocurre en dos fases. Durante la primera, una señal (digamos, el EC_1) se empareja con un EI con la frecuencia suficiente para condicionar una respuesta fuerte al EC_1 . En el estudio de caso anterior, los estímulos de las multitudes constituían el EC_1 . Una vez que el EC_1 provocaba la respuesta condicionada, el emparejamiento del EC_1 con un nuevo estímulo, EC_2 (las señales de la sala de cine) pudo condicionar al EC_2 de modo que éste también provocara la respuesta condicionada. El condicionamiento del EC_2 ocurrió en ausencia del EI. La figura 4.4 resume esas etapas del aprendizaje que tienen como resultado el condicionamiento de orden superior.

Como implica el término “orden superior”, puede considerarse que el condicionamiento opera en niveles diferentes. En el ejemplo anterior, la experiencia en que la multitud (EC_1) se emparejó con una lesión (EI) es un *condicionamiento de primer orden*. Los emparejamientos del EC_2 (sala de cine) con el EC_1 (multitud) es un *condicionamiento de segundo orden*. Si después de condicionarse, se usa el EC_2 para condicionar otro estímulo, EC_3 , eso sería un *condicionamiento de tercer orden*.



FIGURA 4.4

Procedimiento para el condicionamiento de orden superior. El EC_1 se empareja primero con el EI y llega a provocar la respuesta condicionada. Un nuevo estímulo (EC_2) se empareja luego con el EC_1 y también llega a provocar la respuesta condicionada.

El procedimiento para el condicionamiento de segundo orden que se muestra en la figura 4.4 es parecido al procedimiento estándar del condicionamiento inhibitorio que se describió en el capítulo 3 (figura 3.10). En ambos casos, un estímulo condicionado (EC_1 o el EC^+) se empareja con el EI ($EC_1 \rightarrow EI$ o $EC^+ \rightarrow EI$) y un segundo estímulo (EC_2 o EC^-) se empareja con el primero pero sin el estímulo incondicionado ($EC_1/EC_2 \rightarrow$ no EI o $EC^+/EC^- \rightarrow$ no EI). ¿A qué se debe que dicho procedimiento produzca inhibición condicionada en algunos casos y en otras circunstancias produzca condicionamiento excitatorio de segundo orden? Un factor importante parece ser el número de ensayos en que no está presente el EI. Si los ensayos no reforzados son pocos tiene lugar el condicionamiento excitatorio de segundo orden, pero si se prolonga el entrenamiento se desarrolla la inhibición condicionada (Yin, Barnet y Miller, 1994). Otra variable importante es si los estímulos de primer y segundo orden se presentan al mismo tiempo o en sucesión. Los compuestos simultáneos favorecen el desarrollo de la inhibición condicionada (Stout, Escobar y Miller, 2004; véase también, Wheeler, Sherwood y Holland, 2008).

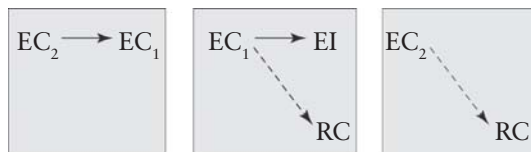
Aunque es indudable que el condicionamiento de segundo orden es un fenómeno sólido (Rescorla, 1980; Winterbauer y Balleine, 2005), se ha realizado poca investigación para evaluar los mecanismos del condicionamiento de tercer orden y de órdenes superiores. No obstante, la existencia del condicionamiento de segundo orden es de gran importancia porque aumenta considerablemente la diversidad de situaciones en que puede tener lugar el condicionamiento clásico. Gracias al condicionamiento de orden superior, el condicionamiento clásico puede ocurrir sin un EI primario. El único requisito es que se disponga de un estímulo previamente condicionado.

En la experiencia humana, muchos casos de condicionamiento involucran al condicionamiento de orden superior. Por ejemplo, el dinero es un poderoso estímulo condicionado (EC_1) para la conducta humana por su asociación con dulces, juguetes, películas y muchas otras cosas que pueden comprarse con él. Un niño puede llegar a encariñarse con su tío (EC_2) si éste le regala un poco de dinero en cada visita. La respuesta emocional positiva que se condiciona hacia el tío se desarrolla porque el niño llega a asociarlo con el dinero, lo que constituye un caso de condicionamiento de segundo orden.

Precondicionamiento sensorial

También es posible aprender asociaciones entre dos estímulos, cada uno de los cuales sólo provoca una ligera respuesta de orientación antes del condicionamiento. Por ejemplo, considere dos sabores (digamos vainilla y canela) que es común encontrar juntos en los postres sin efectos nocivos. Debido a esos emparejamientos, los sabores de la vainilla y la canela quedan asociados entre sí. ¿Qué sucedería si usted manifestara luego una aversión a la canela por una intoxicación o enfermedad? Es posible que la aversión que adquirió hacia la canela lo lleve a rechazar también las cosas con sabor a vainilla por la asociación previa de ésta con la canela. Este es un ejemplo de **precondicionamiento sensorial**.

Igual que el condicionamiento de orden superior, el precondicionamiento sensorial implica un proceso de dos etapas (figura 4.5). Los sabores de canela y vainilla quedan asociados entre sí en la primera fase en que no está presente un EI. Llamemos a esos estímulos EC_1 y EC_2 . La asociación que se establece entre EC_1 y EC_2 durante la fase del precondicionamiento sensorial por lo regular no se

**FIGURA 4.5**

Procedimiento para el precondicionamiento sensorial. Primero se empareja EC_2 con EC_1 sin que esté presente un EI en la situación. Después, EC_1 se empareja con un EI y llega a provocar una respuesta condicionada (RC); en una sesión de prueba posterior, se encuentra que EC_2 también provoca la RC , aun cuando EC_2 nunca se emparejó con el EI .

manifiesta en ninguna respuesta conductual, pues ya que ninguno de los EC se ha emparejado todavía con un EI , no hay razón para responder.

Durante la segunda fase, el sabor de la canela (EC_1) se empareja con enfermedad (el EI) y se desarrolla una aversión condicionada (la RC) a EC_1 . Una vez que se completa este condicionamiento de primer orden, se prueba a los sujetos con EC_2 y ahora muestran por primera vez una aversión a EC_2 . La respuesta a EC_2 es notable, pues este estímulo nunca se emparejó directamente con el EI . (Para ver algunos ejemplos de precondicionamiento sensorial, consulte los trabajos de Berridge y Schulkin, 1989; Leising, Sawa y Blaisdell, 2007; Ward-Robinson y Hall, 1996, 1998).

El precondicionamiento sensorial y el condicionamiento de orden superior nos ayudan a dar sentido a las cosas que nos agradan o desagradan sin razón aparente. Lo que significa “sin razón aparente” es que esos estímulos no se asociaron directamente con un EI positivo o aversivo. En estos casos, es probable que la preferencia o aversión condicionada se hayan desarrollado a través de precondicionamiento sensorial o de condicionamiento de orden superior.

¿QUÉ DETERMINA LA NATURALEZA DE LA RESPUESTA CONDICIONADA?

En este capítulo y en el anterior se describieron varios ejemplos de condicionamiento clásico. En cada uno de ellos el condicionamiento era identificado por el desarrollo de nuevas respuestas al estímulo condicionado. Se describieron diversas respuestas que pueden llegar a condicionarse, como la salivación, el parpadeo, el temor, la aproximación o alejamiento locomotor, y respuestas de aversión. Sin embargo, hasta ahora no hemos tratado directamente la razón por la que un conjunto de respuestas se condiciona en una situación y se aprenden otras respuestas en distintas circunstancias.

El modelo de sustitución del estímulo

La primera explicación, y la más duradera, de la naturaleza de la respuesta condicionada fue el modelo de Pavlov de **sustitución del estímulo**. Según este modelo, la asociación del EC con el EI convierte al estímulo condicionado en un sustituto del EI . El estímulo condicionado llega a funcionar de manera muy parecida a como lo hizo antes el EI , por lo tanto, se supone que el EC activa circuitos neurales que previamente sólo activaba el EI y provoca respuestas similares a las que produce el EI .

Pavlov sugirió que el condicionamiento resulta en el establecimiento de nuevas vías neurales funcionales (figura 4.6). En el curso de los emparejamientos repetidos

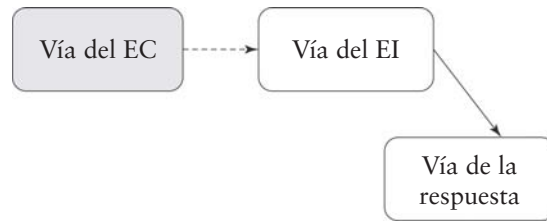
**FIGURA 4.6**

Diagrama del modelo pavloviano de sustitución del estímulo. La flecha continua indica conexiones neurales preexistentes. La flecha discontinua indica las conexiones establecidas por el condicionamiento. Debido a esas nuevas conexiones funcionales, el EC llega a provocar respuestas que antes eran causadas por el EI.

de los estímulos condicionado e incondicionado, se desarrolla una nueva conexión entre los circuitos neurales que antes eran activados por el EC y los circuitos que previamente sólo eran activados por el EI. Una vez establecida esta nueva conexión, las presentaciones del EC tienen como resultado la activación de los circuitos del EI, lo que a su vez genera conducta similar a la RI. Por lo tanto, de acuerdo con el modelo de Pavlov, el condicionamiento convierte al EC en un *sustituto* del EI.

El EI como factor que determina la RC

Diferentes estímulos incondicionados provocan distintas respuestas incondicionadas. La comida provoca salivación y aproximación; una descarga provoca aversión y alejamiento. Si el condicionamiento convierte a un EC en sustituto del EI, los estímulos que se condicionaron con diferentes EI deberían provocar diversos tipos de respuestas condicionadas. Esta predicción coincide claramente con las observaciones experimentales. Los animales aprenden a salivar cuando se condicionan con comida y a parpadear cuando se condicionan con un soplo de aire dirigido al ojo. La salivación no se condiciona en experimentos de parpadeo y las respuestas de parpadeo no se condicionan en experimentos de condicionamiento salival.

La evidencia de que la naturaleza de la respuesta condicionada depende del EI también proviene de comparaciones más ingeniosas. Por ejemplo, en un experimento famoso, Jenkins y Moore (1973) compararon el condicionamiento pavloviano en palomas usando comida o agua como EI. Cuando la paloma come, realiza movimientos de picoteo rápidos y bruscos dirigidos a la semilla y abre el pico justo antes de entrar en contacto con la misma. (De hecho, la apertura del pico se relaciona con el tamaño del grano que está a punto de picotear.) En contraste, para beber la paloma mete el pico casi cerrado al agua. Una vez que el pico está bajo el agua, lo abre de manera ocasional para poder succionar el líquido (Klein, LaMon y Zeigler, 1983). De tal manera, las RI de comer y beber difieren tanto en la velocidad como en la forma. Jenkins y Moore estaban interesados en saber si las respuestas condicionadas con comida y agua mostrarían las diferencias correspondientes.

El EC consistió en iluminar durante ocho segundos una tecla de respuestas, lo cual se emparejaba con la presentación de la semilla o de acceso al agua. En ambos casos, el condicionamiento tuvo como resultado el picoteo de la tecla iluminada, pero la forma de la respuesta variaba dependiendo del EI. Cuando se usaba comida como EI, las palomas picaban la tecla iluminada como si estuvieran comiendo: los picoteos eran rápidos y con el pico abierto al momento del contacto. Si el EI era agua, los movimientos de picoteo eran más lentos, con el pico cerrado

y a menudo eran acompañados por movimientos de deglución. Por consiguiente, la forma de la respuesta condicionada se asemejaba a la forma de la RI (Allan y Zeigler, 1994; Ploog y Zeigler, 1996; Ploog, 2001; Spetch, Wilkie y Skelton, 1981; Stanhope, 1992). Con ratas de laboratorio se han obtenido hallazgos similares cuando se usan bolitas de comida y leche como estímulos incondicionados (Davey y Cleland, 1982; Davey, Phillips y Cleland, 1981).

Aprendizaje y homeostasis: un caso especial de sustitución del estímulo

El funcionamiento adecuado del cuerpo requiere que ciertos parámetros fisiológicos (como los niveles de azúcar y de oxígeno en la sangre, así como la temperatura) se mantengan dentro de límites aceptables. Por ejemplo, mantener una temperatura corporal de 37 °C es tan esencial que las desviaciones considerables de ese valor se ven como síntomas de enfermedad. El concepto de **homeostasis** fue presentado por Walter Cannon para referirse a los mecanismos fisiológicos que permiten mantener la estabilidad de las funciones fisiológicas.

¿Cómo se logra un nivel deseado u homeostático y cómo se mantiene a pesar de las amenazas? En el capítulo 2 se describió el concepto de homeostasis al revisar la teoría motivacional del proceso oponente. Como se mostró entonces, para mantener cualquier sistema dentro de un rango deseable se requiere que una alteración que mueve al sistema en una dirección se encuentre con procesos oponentes que contrarresten la alteración. Por lo tanto, lograr la homeostasis requiere que cualquier cambio al nivel homeostático desencadene una reacción compensatoria que neutralice la alteración. Por ejemplo, en animales de sangre caliente cualquier disminución de la temperatura corporal ocasionada por exposición al frío desencadena de manera refleja reacciones compensatorias que ayudan a mantener y aumentar la temperatura. Esas reacciones compensatorias incluyen vasoconstricción periférica y escalofríos. El sistema opera por medio de un *bucle de retroalimentación negativa*. Se detecta el descenso en la temperatura corporal y esto sirve como estímulo que activa las respuestas compensatorias.

Walter Cannon quien vivió entre 1871 y 1945 conoció a Pavlov en 1923 durante la visita de éste a Estados Unidos. Cada uno tenía mucho respeto por el trabajo del otro. Sin embargo, el concepto de homeostasis de Cannon no se integró con los estudios del condicionamiento pavloviano sino hasta medio siglo después de la muerte de ambos (Dworkin, 1993; Siegel, 2008). Según la noción de Cannon, los mecanismos homeostáticos operan por retroalimentación negativa, como el termostato de la calefacción. El termostato enciende el calefactor sólo después de detectar un descenso en la temperatura, lo cual resulta más bien ineficiente porque permite que el sistema se enfríe antes de hacer la corrección. Imagine qué tan eficiente sería un termostato si pudiera anticipar el momento en que va a enfriarse el sistema.

Dworkin (1993) señaló que las amenazas a la homeostasis pueden corregirse de manera más eficaz si éstas pueden anticiparse. El condicionamiento pavloviano proporciona el medio para dicha anticipación regulatoria. Los animales de sangre caliente aprenden acerca de los indicios que señalan cuándo van a sentir frío. A su vez, eso les permite hacer ajustes compensatorios en anticipación del frío y por ende evitar el descenso de la temperatura corporal (Riccio, MacArdy y Kissinger, 1991). En esta situación, la respuesta condicionada a esta amenaza fisiológica es

**S. Siegel**

la misma que la respuesta compensatoria refleja a la amenaza. Por consiguiente, la respuesta condicionada es igual a la RI, pero la RI es una reacción compensatoria a la perturbación fisiológica.

Las respuestas homeostáticas compensatorias se han examinado más exhaustivamente en estudios de la forma en que los organismos responden a la administración de drogas psicoactivas (Poulos y Cappell, 1991; Siegel, 2005; Siegel y Allan, 1998). (Siegel, 2008, ofrece una revisión general de los mecanismos homeostáticos condicionados; en Domjan, Cusato y Villarreal, 2000, se pueden consultar los estudios de los mecanismos pavlovianos de anticipación regulatoria en el control de la conducta social.) Las drogas presentan, a menudo, amenazas fisiológicas a la homeostasis que disparan reacciones compensatorias incondicionadas. Las señales que se asocian con la amenaza fisiológica inducida por la droga pueden llegar a activar esas reacciones compensatorias como respuestas condicionadas anticipatorias.

Desde hace mucho tiempo se reconoce que la administración de una droga constituye un ensayo de condicionamiento en que las señales relacionadas con el consumo de la droga se emparejan con sus efectos farmacológicos. Por ejemplo, la cafeína es una droga de uso común cuyos efectos farmacológicos son precedidos por el aroma y el sabor del café. Por lo tanto, el gusto y el olor del café pueden funcionar como estímulos condicionados que predicen los efectos fisiológicos de la cafeína (Flaten y Blumenthal, 1999). Se han realizado estudios de condicionamiento con drogas utilizando una amplia variedad de agentes farmacológicos (como el alcohol, la heroína, la morfina y la cocaína) con un considerable interés por conocer la forma en que el condicionamiento pavloviano puede contribuir a la tolerancia, la avidez y la dependencia a la droga (Baker y Tiffany, 1985; Siegel, 1999, 2005; Siegel y Ramos, 2002).

En un estudio sobre las respuestas condicionadas a las drogas adquiridas de manera natural, Ehrman, Robbins, Childress y O'Brien (1992) probaron en hombres con una historia de consumo de cocaína (pero no de heroína), y contaron también con los datos de un grupo control que nunca utilizó cocaína o heroína. Los participantes fueron observados en tres condiciones de prueba. En una prueba, se presentaron señales relacionadas con el consumo de la cocaína. Los participantes escucharon una cinta grabada donde algunas personas hablaban de sus experiencias en el consumo de cocaína, vieron un video de personas que compraban y consumían la cocaína y se les pidió que fingieran realizar el consumo. En otra prueba, se presentaron señales relacionadas con el consumo de heroína de la misma manera que los estímulos relacionados con la cocaína. Por último, en la tercera prueba se presentaron estímulos de control que no estaban relacionados con el consumo de drogas. En cada prueba se registraron respuestas fisiológicas y autorreporte de los sentimientos.

Tanto las medidas fisiológicas como los autorreportes del estado de ánimo proporcionaron evidencia de que los estímulos relacionados con la cocaína provocaban respuestas condicionadas. La figura 4.7 muestra los resultados de las mediciones de la tasa cardiaca. Los consumidores de cocaína, expuestos a estímulos relacionados con esa droga, experimentaron un incremento significativo de la tasa cardiaca durante la prueba. Además, el incremento en la tasa cardiaca era específico a los estímulos relacionados con la cocaína. La tasa cardiaca de los consumidores de cocaína no cambió en respuesta a los estímulos relacionados con la heroína o a los estímulos no relacionados con las drogas. El incremento en la respuesta de la frecuencia

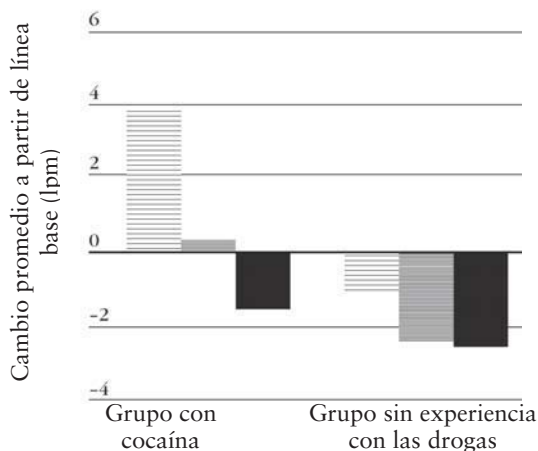


FIGURA 4.7

Cambio promedio en la tasa cardíaca a partir de niveles de línea base para hombres con una historia de consumo de cocaína y un grupo control sin experiencia de consumo en una serie de pruebas que implicaban la exposición a estímulos relacionados con la cocaína (barras claras), estímulos relacionados con la heroína (barras de intensidad media) o a estímulos sin relación con la droga (barras oscuras). (Tomado de "Conditioned Responses to Cocaine-Related Stimuli in Cocaine Abuse Patients", de R. N. Ehrman, S. J. Robbins, A. R. Childress y C. P. O'Brien, 1992. *Psychopharmacology*, 107, pp. 523-529. Derechos reservados © 1992 por Springer-Verlag. Reproducido con autorización.)

cardíaca también fue específico a los consumidores de cocaína, los participantes del grupo control no mostraron estos incrementos en ninguna de las pruebas.

Los participantes con una historia de consumo de cocaína también reportaron sentimientos de avidez y abstinencia provocados por los estímulos relacionados con la cocaína. No informaron haber experimentado esas emociones en respuesta a los estímulos relacionados con la heroína o a los estímulos sin relación con las drogas. Los participantes del grupo control tampoco informaron de sentimientos de avidez y abstinencia de la cocaína. Por consiguiente, los resultados indican que los consumidores de la cocaína adquirieron respuestas fisiológicas y emocionales condicionadas a los estímulos relacionados con la cocaína en el curso del consumo de la droga.

En un estudio más reciente, se utilizó la tecnología de la realidad virtual para presentar estímulos relacionados con la cocaína a personas dependientes del crack (Saladin, Brady, Graap y Rothbaum, 2004). Las escenas relacionadas con la droga (pedir crack, fumarlo y "colocarse" con dicha droga) provocaban una fuerte avidez y deseo entre los participantes. Curiosamente, las señales relacionadas con la droga también dieron como resultado puntuaciones más bajas de bienestar y felicidad, lo que indica que las señales de la droga activaron emociones opuestas a los efectos directos de la misma.

Esos resultados indican que las señales ambientales condicionadas por drogas psicoactivas pueden provocar emociones de avidez relacionadas con la droga (EI). Dichas respuestas condicionadas anticipatorias también pueden ser provocadas por los efectos iniciales de la experiencia con una droga (Siegel *et al.*, 2000). Para los dependientes, los inicios de un "chute" o "colocón" por lo general son seguidos por un consumo mayor y un "colocón" más intenso. Por consiguiente, los débiles efectos iniciales de la droga pueden funcionar como un EC que señala un consumo adicional y provocar avidez por la droga y otras reaccio-

nes condicionadas al estupefaciente. En este caso, el EC es una sensación interna o *señal interoceptiva*. La avidez condicionada que provoca una dosis pequeña de la droga hace difícil que los dependientes la consuman con moderación. Ésa es la razón por la que la abstinencia es su mejor esperanza para controlar la avidez. (Murray y Bevins, 2007, presentan un estudio reciente que involucra el condicionamiento de las señales interoceptivas de la nicotina.)

El modelo de condicionamiento de la tolerancia a la droga

El papel del condicionamiento pavloviano se ha examinado de manera exhaustiva en relación con el desarrollo de la **tolerancia a la droga** que suele acompañar a la dependencia. Se dice que se desarrolla tolerancia a una droga cuando su consumo repetido tiene cada vez menos efecto. Eso hace que se requieran dosis cada vez mayores para que la droga produzca el mismo efecto. Tradicionalmente se consideraba que la tolerancia a la droga era el resultado de procesos farmacológicos. Sin embargo, hay mucha evidencia que indica que la tolerancia puede ser resultado del condicionamiento pavloviano de procesos compensatorios homeostáticos. Esta perspectiva, desarrollada por Shepard Siegel y otros investigadores, se conoce como el modelo del condicionamiento de la tolerancia a la droga.

El modelo del condicionamiento presume que cada episodio de consumo de la droga es un ensayo de condicionamiento y se basa en la idea de la homeostasis aprendida. De acuerdo con esta idea, la aplicación de una droga psicoactiva ocasiona cambios fisiológicos que interrumpen la homeostasis. A su vez, esos cambios fisiológicos desencadenan ajustes compensatorios incondicionados para contrarrestar la alteración. Por medio del condicionamiento pavloviano, los estímulos que acompañan a la aplicación de la droga se condicionan para provocar esos ajustes compensatorios. Dado que las respuestas condicionadas contrarrestan los efectos del estupefaciente, su impacto se reduce, lo que resulta en el fenómeno de la tolerancia a la droga (figura 4.8).

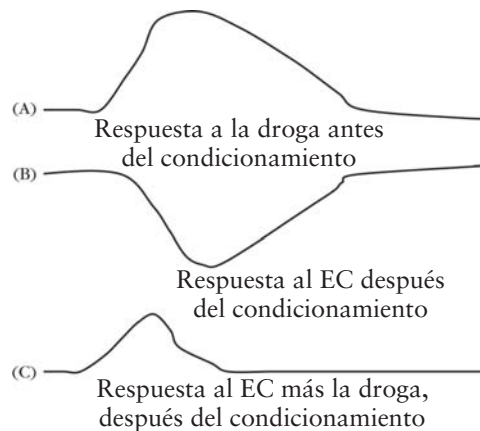


FIGURA 4.8

Ilustración del modelo de condicionamiento de la tolerancia a la droga. La magnitud de la reacción a la droga es expuesta en la desviación del nivel horizontal. a) Reacción primaria a la droga antes del condicionamiento que ilustra los efectos iniciales del fármaco en ausencia de ajustes homeostáticos. b) La reacción homeostática compensatoria a la droga que se condiciona al EC predictivo de la droga después de su consumo repetido. c) La respuesta neta atenuada a la droga que se observa cuando ésta se administra junto con el EC condicionado al fármaco. Esta respuesta neta atenuada ilustra el fenómeno de la tolerancia a la droga.

RECUADRO 4.1

“Sobredosis” ocasionadas por la ausencia de los estímulos condicionados a la droga

De acuerdo con el modelo del condicionamiento de la tolerancia a la droga, el impacto de un estupefaciente será reducido si éste se consume en presencia de señales que previamente se condicionaron para provocar **respuestas condicionadas compensatorias**. Considere el caso de un adicto a la heroína que suele inyectarse en el mismo lugar, quizá con los mismos amigos. El lugar y la compañía se condicionarán para provocar reacciones fisiológicas que reduzcan los efectos de la heroína, obligando al adicto a inyectarse dosis más altas para obtener el mismo

efecto. Las respuestas condicionadas compensatorias protegerán al adicto de los efectos completos de la dosis aumentada de la heroína siempre y cuando se inyecte en el lugar habitual y con sus amigos usuales. Pero, ¿qué sucederá si visita una zona nueva de la ciudad y se inyecta en compañía de nuevos amigos? En ese caso los estímulos condicionados familiares estarán ausentes, lo mismo que las respuestas condicionadas compensatorias que lo protegían. Por consiguiente, el dependiente recibirá todo el impacto de la heroína que está utilizando y puede sufrir

una “sobredosis”. Pongo el término “sobredosis” entre comillas porque el problema no es que se consumiera una dosis demasiado elevada de heroína, sino que la droga se consumió en ausencia del EC habitual. Sin el EC, una dosis de heroína con la que el adicto nunca tuvo problemas, en esta ocasión podría matarlo. Se ha obtenido evidencia que apoya esta interpretación tanto en investigación experimental realizada con animales de laboratorio como de casos de sobredosis en humanos (Siegel, Baptista, Kim, McDonald y Weise-Kelly, 2000).

El modelo del condicionamiento de tolerancia a la droga atribuye la tolerancia a respuestas compensatorias que se condicionaron a los estímulos ambientales emparejados con el consumo del fármaco. Una predicción fundamental de este modelo es que la tolerancia se verá disminuida si los participantes consumen la droga en circunstancias novedosas o en ausencia de las señales predictivas habituales de la droga. El modelo también sugiere que varios factores (como la preexposición al EC) atenuarán el desarrollo de la tolerancia. Ésas y otras predicciones del modelo de condicionamiento han sido confirmadas por Siegel y sus colegas, así como por muchos otros equipos de investigación en estudios de laboratorio con opiáceos (es decir, morfina y heroína), alcohol, escopolamina, benzodiacepinas y anfetamina (Siegel, 1999, 2005, 2008; Siegel y Allan, 1998; Stewart y Eikelboom, 1987).

El EC como determinante de la forma de la RC

Hasta ahora, nuestra revisión ha considerado el papel del EI en la determinación de la forma de la respuesta condicionada. Sin embargo, el EI no es el único factor importante. La forma de la RC también es influida por la naturaleza del EC. Un sorprendente experimento de Timberlake y Grant (1975) fue el primero en demostrarlo.

Timberlake y Grant investigaban el condicionamiento clásico en ratas usando comida como EI. No obstante, en lugar del tono o la luz habituales, el EC consistió en la presentación de otra rata justo antes de entregar la comida. Uno de los costados de la cámara experimental se equipó con una plataforma móvil que podía introducirse y sacarse de la cámara a través de una portezuela (véase la figura 4.9). Sobre la plataforma se colocó una rata viva suavemente restringida. Diez segundos antes de cada entrega de la comida, se introducía la plataforma a la cámara experimental, transportando a la rata estímulo por la portezuela.

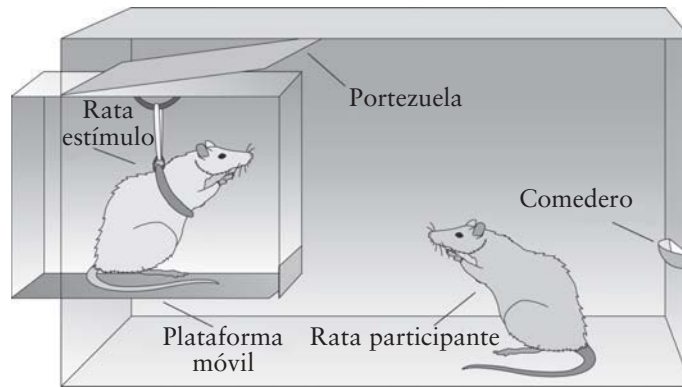
**FIGURA 4.9**

Diagrama del experimento de Timberlake y Grant (1975). El EC para la comida era la presentación de una rata sobre una plataforma móvil que se introducía por una portezuela en un costado de la cámara experimental.

El modelo de sustitución del estímulo predice que los emparejamientos EC-EI generarán respuestas al EC que son similares a las provocadas por el EI alimenticio. Dado que el EI alimenticio provocaba roeduras y mordidas, se esperaba que esas respuestas fueran provocadas por el EC. Contrario a dicha predicción, el EC no provocó las respuestas de roer y morder; la rata que se utilizó como EC y que se emparejó repetidamente con la comida llegó a provocar más bien respuestas sociales afiliativas (orientación, aproximación, olfateo y contactos sociales). Dichas respuestas no se desarrollaban si la rata EC no se emparejaba con comida o se presentaba en momentos no relacionados con el alimento.

El resultado de este experimento no apoya ningún modelo que explique la forma de la respuesta condicionada únicamente en términos del EI utilizado. Las respuestas sociales condicionadas que fueron provocadas por la rata (EC) sin duda fueron determinadas por el hecho de que se utilizara otra rata como EC. Otros tipos de estímulos condicionados con la comida provocan respuestas condicionadas diferentes. Por ejemplo, Peterson, Ackil, Frommer y Hearst (1972) introdujeron a la cámara experimental una palanca iluminada inmediatamente antes de presentar la comida a las ratas. Con la palanca de metal como EC las respuestas condicionadas fueron “casi exclusivamente orales y consistían sobre todo en lengüetazos... y roeduras” (p. 1010). (Para otras investigaciones de la forma en que el EC determina la naturaleza de la respuesta condicionada, consulte los trabajos de Domjan, Cusato y Krause, 2004; Godsil y Fanselow, 2004; Holland, 1984; Kim, Rivers, Bevins y Ayres, 1996; Sigmundi y Bolles, 1983).

Respuesta condicionada y sistemas de conducta

Las perspectivas sobre la forma de la respuesta condicionada analizadas hasta ahora tienen sus raíces intelectuales en el modelo fisiológico pavloviano del enfoque de sistemas en el estudio del aprendizaje. En este enfoque se aíslan una o dos respuestas y se investigan en detalle para proporcionar información sobre el aprendizaje. Este enfoque sigue reportando beneficios en nuevos conocimientos. Sin embargo, también empieza a resultar evidente que el enfoque de una sola respuesta ofrece una imagen incompleta. Por ejemplo, Holland (1984)

comentó que la comprensión de la conducta condicionada a la larga requeriría “conocer las funciones normales de los sistemas de conducta implicados por los diversos EC, la organización natural, no aprendida, dentro de esos sistemas y la ontogenia de los mismos” (p. 164).

Han evolucionado diferentes sistemas de conducta para permitir a los animales llevar a cabo tareas esenciales como conseguir e ingerir comida, defender un territorio, evitar la depredación, producir y criar descendientes, etcétera. Como se vio en el capítulo 2, cada sistema de conducta consiste en una serie de modos de respuesta, cada uno con sus propios estímulos controladores y sus respuestas, dispuestos de manera espacial y/o temporal. Por ejemplo, considere la conducta sexual de la codorniz macho. Cuando está sexualmente motivado, el macho inicia una respuesta de búsqueda general que lo lleva a una zona en la que puede encontrar una hembra. Una vez que se encuentra en el territorio de la hembra, el macho iniciará una respuesta de búsqueda más focalizada para localizarla. Por último, una vez que la encuentra, iniciará las respuestas de cortejo y cópula. Esta secuencia se ilustra en la figura 4.10.

La teoría de sistemas de conducta supone que la presentación de un EI en un procedimiento de condicionamiento pavloviano activa el sistema de conducta pertinente para ese EI. Los estímulos incondicionados alimenticios activan el sistema de forrajeo y alimentación. En contraste, un EI sexual activará el sistema de la conducta sexual. Los procedimientos de condicionamiento clásico implican sobreponer una relación EC-EI al sistema conductual activado por el EI. A medida que se asocia con el EI, el estímulo condicionado se integra al sistema conductual y llega a provocar algunas de las respuestas que lo componen. Por consiguiente, los estímulos condicionados a la comida llegan a provocar componentes del sistema de alimentación y los estímulos condicionados con la actividad sexual llegan a provocar componentes del sistema de la conducta sexual.

Una predicción especialmente interesante de la teoría de sistemas de conducta es que la forma de la RC dependerá del intervalo EC-EI que se utilice. Se supone que dicho intervalo determina el punto en que el EC se incorpora a la secuencia de respuestas que componen el sistema de conducta.

Considere lo que sucedería si se sobrepone un procedimiento de condicionamiento pavloviano sobre el sistema de conducta sexual. En el condicionamiento sexual de la codorniz macho, la presencia de una pareja sexual femenina es el EI. La presencia de la hembra activa las respuestas de cortejo y cópula que caracterizan el final de la secuencia de la conducta sexual. Con un intervalo EC-EI corto, el EC se presenta poco antes de que la hembra esté disponible. Si el EC se

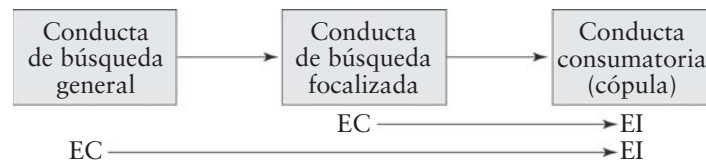


FIGURA 4.10

Secuencia de respuestas que inicia con la búsqueda general y termina con la conducta copulatoria que caracteriza al sistema de conducta sexual. Se sobrepone un procedimiento de condicionamiento al sistema de conducta. El intervalo EC-EI determina en qué punto se incorpora el EC en la secuencia conductual.

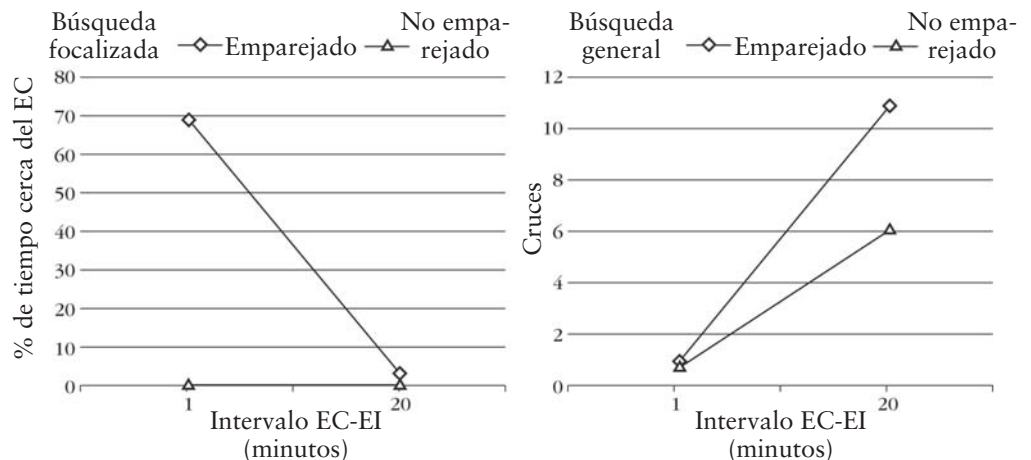
incorpora en este punto al sistema de conducta, entonces debería provocar conducta de búsqueda focalizada: el macho debería acercarse y permanecer cerca del EC. La RC tendría que ser diferente si se emplea un intervalo EC-EI largo. En este caso (figura 4.10) el EC quedaría incorporado en una parte más temprana del sistema de conducta y no provocaría conducta de búsqueda focalizada sino conducta de búsqueda general. La conducta de búsqueda generalizada debería manifestarse en un incremento en la conducta locomotriz no dirigida.

Las predicciones anteriores se sometieron a prueba en un experimento realizado con codornices domesticadas (Akins, 2000). Akins utilizó una cámara experimental que era un rectángulo grande. En cada ensayo de condicionamiento se presentaba en un extremo de la caja un pequeño EC visual un minuto antes que los machos tuviesen acceso a una hembra o bien 20 minutos antes de la liberación de la hembra. Grupos control fueron expuestos al EC y al EI de manera no emparejada. Para detectar la conducta de búsqueda focalizada, Akins midió el tiempo que pasaban los machos cerca del estímulo condicionado. Para detectar la conducta de búsqueda general midió los pasos entre una mitad de la cámara experimental y la otra.

Los resultados de las medidas de la RC de búsqueda focalizada y de búsqueda general se presentan en la figura 4.11. Con el intervalo EC-EI de un minuto, el procedimiento de condicionamiento produjo una considerable búsqueda focalizada pero no generó conducta de búsqueda general. En contraste, con el intervalo EC-EI de 20 minutos, el condicionamiento produjo una importante búsqueda general pero no condujo a una respuesta de búsqueda focalizada. Esos resultados son justo los que predice la teoría de los sistemas de conducta. De acuerdo con la teoría de sistemas de conducta, el EC no llega a convertirse en un sustituto del EI ni a compensarlo. Más bien, llega a convertirse en un sustituto de un estímulo en el sistema de conducta en un punto que es determinado por el



Cortesía de C. K. Akins

C. K. Akins**FIGURA 4.11**

Efectos del intervalo EC-EI en el condicionamiento de las respuestas de búsqueda focalizada y de búsqueda general en codornices macho domesticadas. Cuando el intervalo EC-EI era de un minuto, el condicionamiento tuvo como resultado el incremento en la conducta de búsqueda focalizada. Cuando el intervalo EC-EI era de 20 minutos, el condicionamiento produjo un incremento en la conducta de búsqueda general. (Adaptado de Akins, 2000.)

intervalo EC-EI. (Para estudios relacionados, consulte los trabajos de Delameter y Holland, 2008; Waddell, Morris y Bouton, 2006; Silva y Timberlake, 1997.)

La teoría de sistemas de conducta ha sido desarrollada de manera exhaustiva por William Timberlake (Timberlake, 2001; Timberlake y Lucas, 1989) y es congruente con gran parte de lo que sabemos sobre la naturaleza de las respuestas conductuales condicionadas clásicamente. La teoría es claramente coherente con el hecho de que la forma de las respuestas condicionadas es determinada por la naturaleza del EI, ya que diferentes estímulos incondicionados activan sistemas de conducta distintos. También es congruente con el hecho de que la forma de la RC es determinada por la naturaleza del EC. Ciertos tipos de estímulos son más eficaces que otros para provocar respuestas componentes particulares de un sistema de conducta. Por lo tanto, se espera que la naturaleza del EC determine la forma en que éste se incorpora en el sistema de conducta. Por último, la teoría de los sistemas de conducta crea predicciones únicas acerca de diferencias en la conducta condicionada como función del intervalo EC-EI y otros parámetros del procedimiento (Esmorís-Arranz, Pardo-Vázquez y Vázquez-García, 2003).

Aprendizaje E-R frente a aprendizaje E-E

Hasta ahora hemos analizado diversas explicaciones de la naturaleza de la conducta condicionada sin decir mucho acerca de la forma en que un EC produce una respuesta. A continuación pasamos a ese tema.

Históricamente, se consideraba que la conducta condicionada era una respuesta provocada directamente por el EC. De acuerdo con esta idea, el condicionamiento establece una nueva conexión *estímulo-respuesta*, o E-R, entre el EC y la RC. Una perspectiva alternativa importante es en la que los sujetos aprenden una nueva conexión *estímulo-estímulo*, o E-E, entre el EC y el EI. De acuerdo con esta interpretación, los participantes responden al EC no porque éste provoque directamente una RC, sino porque activa una representación o memoria del EI. Se supone que la respuesta condicionada refleja el estado de la representación del EI que es activada por el EC.

¿Cómo podríamos decidir entre esas dos interpretaciones? Un método de investigación que se ha vuelto popular para decidir entre el aprendizaje E-R y el aprendizaje E-E implica la técnica de **devaluación del EI**. Esta técnica ha sido utilizada en la teoría de la conducta para responder muchas preguntas importantes. (En el capítulo 7 se describirán sus aplicaciones al condicionamiento instrumental.) Por consiguiente, es importante comprender su lógica.

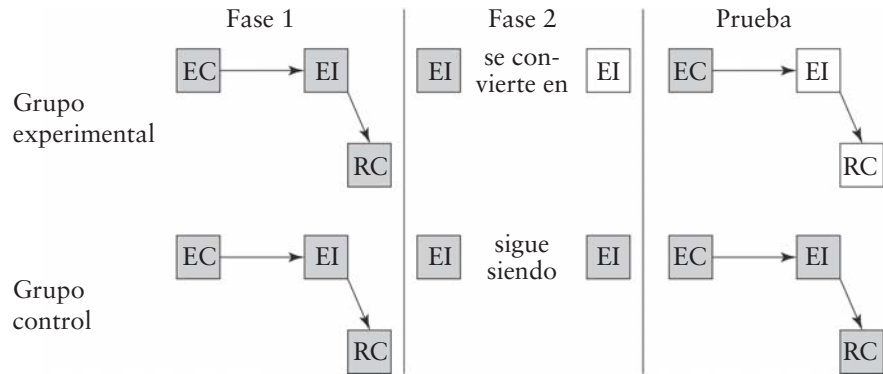
La estrategia básica del experimento de devaluación del EI se ilustra en la figura 4.12. Por ejemplo, Holland y Rescorla (1975) condicionaron primero a dos grupos de ratas con una privación alimenticia moderada emparejando de manera repetida un tono con bolitas de comida. Se suponía que esta fase inicial del experimento establecería una asociación entre el tono (EC) y la comida (EI), y que llevaría a las ratas a formarse una representación de la comida utilizada. La respuesta condicionada se hizo evidente en un incremento en la actividad, provocado por el tono.

En la siguiente fase del experimento, el grupo experimental fue sometido a un tratamiento diseñado para hacer que el EI resultase menos valioso para sus integrantes. Para conseguir la devaluación del EI se proporcionó a los participantes



Cortesía de Donald A. Dewsbury

R. A. Rescorla

**FIGURA 4.12**

Estrategia y lógica básicas involucradas en los experimentos de devaluación del EI. En la fase 1 los grupos experimental y control son sometidos a un condicionamiento convencional para establecer una asociación entre el EC y el EI y llevar a los participantes a formarse una representación del EI. En la fase 2, se devalúa la representación del EI en el grupo experimental pero se mantiene sin cambio en el grupo control. Si la RC es provocada por medio de la representación del EI, la devaluación de dicha representación debería reducir la respuesta al EC.

la comida suficiente para satisfacer el hambre por completo. Si uno está del todo saciado, la comida no es tan valiosa como cuando se tiene hambre. De este modo, la saciedad reduce el valor de la comida y por lo tanto devalúa la representación del EI. En la segunda fase no se modificó el estado de privación del grupo control, por consiguiente se supone que la representación del EI permanece intacta para sus integrantes (figura 4.12). Los dos grupos fueron sometidos luego a una serie de ensayos de prueba con el tono (EC). En esas pruebas, el grupo experimental mostró significativamente menos respuesta condicionada que el grupo control. Esos resultados son indicios de aprendizaje E-E más que de aprendizaje E-R.

Si el condicionamiento hubiese establecido una nueva conexión E-R entre el EC y la RC, ésta debería ser provocada cada vez que se presente el EC, independientemente del valor de la comida. Pero no fue eso lo que sucedió, el condicionamiento tuvo como resultado una asociación entre el EC y la representación del EI (aprendizaje E-E). La presentación del EC activaba la representación del EI y la RC dependía del estado actual de la representación de ese EI.

Diferentes situaciones de condicionamiento clásico (Cleland y Davey, 1982; Colwill y Motzkin, 1994; Delamater, Campese, LoLordo y Sclafani, 2006; Dwyer, 2005; Kraemer, Hoffmann, Randall y Spear, 1992; Hilliard, Domjan, Nguyen y Cusato, 1998) han generado evidencia de aprendizaje E-E. Sin embargo, no todos los casos de condicionamiento clásico involucran aprendizaje E-E. En algunos casos, los participantes parecen aprender una asociación E-R directa entre el EC y la RC. En el capítulo 7 tendremos más que decir acerca del aprendizaje E-R.

¿CÓMO SE ASOCIAN LOS ESTÍMULOS CONDICIONADO E INCONDICIONADO?

Se han descrito múltiples situaciones en que ocurre el condicionamiento clásico y se han analizado diversos factores que determinan qué respuestas resultan de este aprendizaje. No obstante, todavía es necesario tratar en detalle el tema crucial de cómo se asocian los estímulos condicionado e incondicionado. ¿Cuáles

son los mecanismos del aprendizaje, los procesos subyacentes activados por los procedimientos del condicionamiento para producir aprendizaje? Esta pregunta ha sido el tema de un intenso trabajo académico. La evolución de las teorías del condicionamiento clásico continúa hasta hoy, en la medida que los investigadores se esfuerzan por plantear teorías integrales que puedan abarcar los diversos hallazgos de la investigación sobre el condicionamiento pavloviano. (Consulte las revisiones de Pearce y Bouton, 2001; Mowrer y Klein, 2001; Pelley, 2004; Vogel, Castro y Saavedra, 2004; Wasserman y Miller, 1997.)

El efecto de bloqueo

La era moderna, en las teorías del condicionamiento pavloviano, empezó hace aproximadamente 40 años con el descubrimiento de varios fenómenos interesantes que estimularon la aplicación de las ideas del procesamiento de la información al análisis del condicionamiento clásico (Rescorla, 1967b, 1969a; Wagner, Logan, Haberlandt y Price, 1968). Entre esos fenómenos, uno de los más sobresalientes fue el **efecto de bloqueo**.

Para tener una idea intuitiva del efecto de bloqueo, considere la siguiente situación: cada domingo por la tarde usted visita a su abuela, quien siempre le ofrece pudín de pan que le resulta indigesto. Como no quiere molestarla, en cada visita come educadamente el pudín y en consecuencia adquiere una aversión hacia ese platillo. Una de las visitas cae en un día festivo, y para celebrar la ocasión su abuela prepara una salsa especial para servir con el pudín de pan. Usted come educadamente el pudín de pan con la salsa y, como es usual, siente malestar estomacal. ¿Desarrollará ahora una aversión a la salsa? Probablemente no. Como sabe que el pudín de pan le produce indigestión es probable que atribuya el malestar al culpable comprobado y que no aprenda el desagrado por la salsa especial.

El ejemplo anterior ilustra la secuencia básica de eventos que producen el efecto de bloqueo (figura 4.13). Se utilizan dos estímulos condicionados (que en el ejemplo anterior eran el sabor del pudín de pan y el sabor de la salsa especial). En la fase 1 el grupo experimental es sometido a emparejamientos repetidos de uno de los estímulos (A) con el EI. Esta fase del entrenamiento continúa hasta que se desarrolla una RC fuerte al estímulo A. En la siguiente fase del experimento, se presenta el estímulo B junto con el estímulo A y ambos se emparejan con el EI. Después de varios ensayos de condicionamiento, el estímulo B se presenta sólo en un ensayo de prueba para ver si también provoca

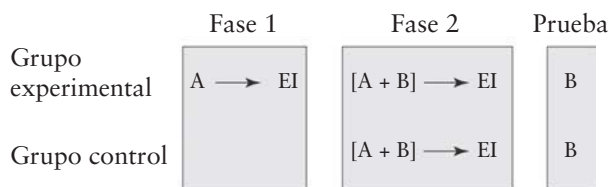


FIGURA 4.13

Diagrama del procedimiento de bloqueo. Durante la fase 1, el estímulo A se condiciona con el EI en el grupo experimental, mientras que en el grupo control se presenta el estímulo A de manera no emparejada con el EI. Durante la fase 2, ambos grupos son sometidos a ensayos de condicionamiento en que el estímulo A se presenta al mismo tiempo que el estímulo B y ambos se emparejan con el EI. Una prueba posterior en que sólo se presenta el estímulo B muestra que en el grupo experimental ocurre menos respuesta condicionada ante el estímulo B que en el grupo control.

la RC. Curiosamente, ocurre muy poca respuesta ante el estímulo B aunque éste se emparejó repetidamente con el EI durante la fase 2.

El grupo control del diseño de bloqueo recibe el mismo tipo de ensayos de condicionamiento con el estímulo B que el grupo experimental, como se indica en la fase 2 de la figura 4.13. Es decir, en el grupo control también se presenta el estímulo B al mismo tiempo que el estímulo A durante sus ensayos de condicionamiento. Sin embargo, en el grupo control el estímulo A no se condicionó antes de esos ensayos con el estímulo compuesto. Más bien, durante la fase 1 el grupo control fue sometido a presentaciones del estímulo A y del EI de manera no emparejada. En varias reproducciones de este diseño, el estímulo B produce invariablemente menos respuesta condicionada en el grupo experimental que en el grupo control. (Para una revisión más detallada de los procedimientos de control para el bloqueo, consulte el trabajo de Taylor, Joseph, Balsam y Bitterman, 2008.)

El efecto de bloqueo fue investigado al principio usando la técnica de supresión condicionada con ratas (Kamin, 1968, 1969), pero el fenómeno se demostró más tarde en otras preparaciones de condicionamiento con participantes humanos y con animales de laboratorio (Bradfield y McNally, 2008; Holland y Kenmuir, 2005; Mitchell, Lovibond, Minard y Lavis, 2006). Un grupo de estudiantes universitarios participó en una actividad en que se utilizó una versión del procedimiento de supresión condicionada en un videojuego (Arcediano, Matute y Miller, 1997). La tarea era una variación de un videojuego que requería que los estudiantes dispararan repetidamente un arma láser para impedir el aterrizaje de invasores de Marte. Para crear la supresión condicionada de esta conducta, se activaba periódicamente un escudo anti-láser durante el cual los marcianos podían aterrizar en grandes cantidades si el sujeto seguía disparando. El EI era la presencia del escudo anti-láser que permitía aterrizar a los marcianos.

Para los participantes en el grupo de bloqueo, en la fase 1 del experimento, las presentaciones del EI eran señaladas por un EC visual que consistía en un cambio en el color del fondo de la pantalla de la computadora. A medida que avanzaba la fase 1, los estudiantes llegaron a suprimir los disparos del arma láser durante el EC visual. En la fase 2, este EC visual se presentaba junto con un EC auditivo (un tono complejo) y este estímulo compuesto terminaba con la presentación del EI. Los participantes del grupo control recibieron un entrenamiento similar, pero para ellos el EC luminoso no se emparejó con el EI en la fase 1. Después de la fase 2 se evaluó el bloqueo midiendo la supresión condicionada ante el tono. El grupo de bloqueo mostró significativamente menos supresión ante el tono que el grupo control. Por ende, como se había anticipado, la presencia en la fase 2 de un EC que había sido entrenado previamente bloqueó la adquisición de supresión condicionada al tono. (Para otros estudios de bloqueo en seres humanos, consulte los trabajos de Crookes y Moran, 2003; Kruschke, Kappenman y Hetrick, 2005.)

Desde tiempos de Aristóteles ya se consideraba que la contigüidad temporal era el medio principal por el que se asocian los estímulos. El efecto de bloqueo se convirtió en un hito del condicionamiento clásico porque cuestionaba la suposición de que la contigüidad temporal es suficiente para el aprendizaje. El efecto de bloqueo muestra claramente que los emparejamientos de un EC con un EI no son suficientes para que se desarrolle la respuesta condicionada. Durante la fase 2 del experimento de bloqueo el EC_b se empareja con el EI de



Cortesía de L. J. Kamin

L. J. Kamin

RECUADRO 4.2

El problema dibujo-palabra en la enseñanza de la lectura: una forma de bloqueo

La enseñanza temprana de la lectura frecuentemente implica mostrar a los niños una palabra escrita junto con el dibujo de lo que representa esa palabra. De tal manera dos estímulos se presentan juntos. Los niños ya aprendieron el nombre del dibujo (por ejemplo, un caballo), por lo que los dos estímulos del compuesto dibujo-palabra incluyen uno que ya es conocido (el dibujo) y otro que no (la palabra). Esto hace al compuesto dibujo-palabra muy similar al estímulo compuesto en un experimento de bloqueo: un estímulo conocido se presenta junto con uno que el niño no conoce todavía. La investigación sobre el efecto de bloqueo predice que la presencia del dibujo previamente aprendido debería entorpecer

el aprendizaje sobre la palabra. En un estudio sobre la lectura en estudiantes con retardo mental, Singh y Solman (1990) encontraron que esto es justo lo que sucede con los compuestos dibujo-palabra.

Se enseñó a los niños a leer palabras como *cuchillo*, *limón*, *radio*, *timbre* y *gis*. Algunas de éstas se enseñaron usando una variante del diseño de bloqueo en que primero se presentaba el dibujo del objeto y se pedía al niño que lo nombrara. El dibujo se presentaba posteriormente junto con la palabra escrita y se preguntaba al niño: “¿Cuál es la palabra?”. En otras condiciones se presentaban las palabras sin los dibujos correspondientes. Los ocho participantes mostraron un aprendi-

zaje más lento para las palabras que se enseñaron con los correspondientes dibujos presentes. En contraste, seis de los ocho niños exhibieron un aprendizaje más rápido de las palabras que se enseñaron sin los dibujos correspondientes. (Los otros dos participantes aprendieron más rápido con un procedimiento modificado.) Esos resultados indican que en el aprendizaje de la lectura pueden ocurrir procesos similares al bloqueo. Los resultados también sugieren que los instigadores pictóricos deberían usarse con cautela en la enseñanza de la lectura, pues en lugar de facilitar el aprendizaje pueden dificultarlo (consulte también el trabajo de Didden, Prinsen y Sigafos, 2000).

manera idéntica para los grupos experimental y control. No obstante, el EC_B sólo llega a provocar una respuesta condicionada vigorosa en el grupo control.

¿A qué se debe que la presencia del estímulo A, previamente condicionado, bloquee la adquisición de la respuesta a la señal agregada B? Para explicar el fenómeno de bloqueo, Kamin, quien fue el primero en observarlo, propuso que un EI tiene que ser sorprendente para que se produzca aprendizaje. Si el EI es señalado por un estímulo (A) previamente condicionado, no será sorprendente. Kamin dedujo que si el EI no es sorprendente, no sobresaltará al animal ni estimulará el *esfuerzo mental* necesario para formar la asociación. Por consiguiente, los eventos inesperados activan procesos que dan lugar al nuevo aprendizaje. Para ser eficaz, el EI tiene que ser inesperado o sorprendente.

La idea básica de que el aprendizaje ocurre cuando el ambiente cambia y el sujeto es sorprendido por los resultados sigue siendo un concepto fundamental en la teoría del aprendizaje. Por ejemplo, en un análisis bayesiano reciente del aprendizaje, los autores advirtieron que “El cambio aumenta la incertidumbre y acelera el aprendizaje posterior al hacer que la evidencia antigua resulte menos relevante para las circunstancias actuales” (Courville, Daw y Touretzky, 2006).

El modelo de Rescorla y Wagner

La idea de que la eficacia del EI es determinada por lo sorprendente que resulta la base del modelo matemático formal del condicionamiento propuesto por Robert Rescorla y Allan Wagner (Rescorla y Wagner, 1972; Wagner y Rescorla, 1972). Gracias al uso de este modelo, los investigadores pudieron ampliar las implicaciones del concepto de sorpresa del EI a una gran variedad de fenómenos



A. R. Wagner

del aprendizaje. El modelo de Rescorla y Wagner se convirtió en un punto de referencia para todas las teorías posteriores del aprendizaje y sigue siendo utilizado en diversas áreas de la psicología (Siegel y Allen, 1996).

¿Qué significa decir que algo es sorprendente? ¿Cómo podríamos medir el nivel de sorpresa de un EI? Por definición, *un evento es sorprendente si es diferente de lo que se espera*. Si usted espera un obsequio pequeño para su cumpleaños y recibe un carro, se sentirá muy sorprendido. Esto es análogo a un EI inesperadamente grande. De igual modo, si espera un carro y recibe una caja de chocolates, también se sentirá sorprendido. Esto es análogo a un EI inesperadamente pequeño. Según el modelo de Rescorla y Wagner, un EI inesperadamente grande es la base del condicionamiento excitatorio o de los incrementos en el valor asociativo; mientras que un EI inesperadamente pequeño (o la ausencia del EI) es la base del condicionamiento inhibitorio o de las disminuciones en el valor asociativo.

Rescorla y Wagner supusieron que el nivel de sorpresa, y por ende la eficacia de un EI, depende de qué tan diferente sea el EI de lo que el individuo espera. Además, supusieron que la expectativa del EI está relacionada con las propiedades condicionadas o asociativas de los estímulos que preceden al EI. Respuestas condicionadas fuertes indican una expectativa fuerte de que se presentará el EI, y las condicionadas débiles sugieren una expectativa baja del EI.

Esas ideas pueden expresarse matemáticamente usando λ para representar al EI que se recibe en un determinado ensayo y V para representar el valor asociativo de los estímulos que preceden al EI. El nivel de sorpresa del EI será entonces $(\lambda - V)$, o la diferencia entre lo que ocurre (λ) y lo que se espera (V). Al inicio de los ensayos de condicionamiento, lo que se espera (V) será mucho menor de lo que ocurre (λ) y el monto de la sorpresa ($\lambda - V$) será grande. A medida que se avanza en el aprendizaje, las expectativas (V) serán más acordes con lo que ocurre (λ) y el término de la sorpresa ($\lambda - V$) será cada vez más pequeña. Conforme el aprendizaje continúa, V aumenta e iguala a λ . En el límite o asíntota del aprendizaje, $V = \lambda$ y el término de la sorpresa ($\lambda - V$) es igual a cero. Esos cambios se ilustran en la figura 4.14.

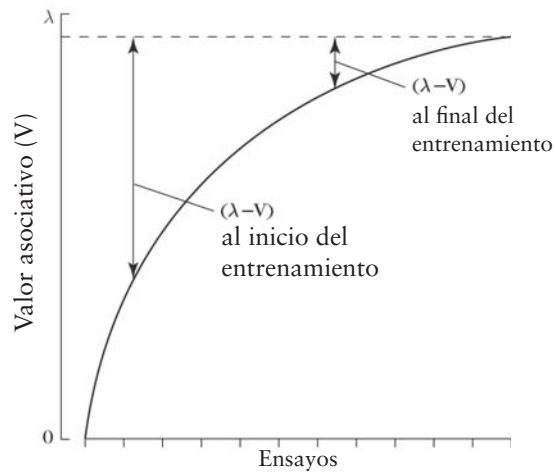
En un determinado ensayo de condicionamiento, el aprendizaje es el cambio en el valor asociativo de un estímulo. Ese cambio puede representarse como ΔV . La idea de que el aprendizaje depende del nivel de sorpresa del EI puede expresarse de la siguiente forma

$$\Delta V = k (\lambda - V), \quad (4.1)$$

donde k es una constante relacionada con la notoriedad del EC y el EI. Esta es la ecuación fundamental del modelo de Rescorla y Wagner.

Aplicación de la ecuación de Rescorla y Wagner al efecto de bloqueo

La idea básica del modelo de Rescorla y Wagner predice claramente el efecto de bloqueo. Al aplicar el modelo es importante tener en mente que las expectativas del EI se basan en todas las señales de las que disponga el organismo durante el ensayo de condicionamiento. Como se presentó en la figura 4.13, en el diseño de bloqueo el grupo experimental es sometido primero a un condicionamiento exhaustivo del estímulo A, de modo que adquiere una expectativa perfecta de que el EI se presentará cada vez que se encuentre con el estímulo A. Por consiguiente, al final de la fase 1, V_A será igual a la asíntota del aprendizaje o $V_A = \lambda$.

**FIGURA 4.14**

Aumento del valor asociativo (V) en el curso del condicionamiento hasta alcanzar la asintota del aprendizaje (λ). Advierta que la medida de la sorpresa ($\lambda - V$) es mucho mayor al inicio que al final del entrenamiento.

En la fase 2 se presentan el estímulo B junto con el A y ambos condicionados son seguidos por el EI. Para predecir lo que se aprenderá acerca del estímulo B debe aplicarse a dicho estímulo la ecuación básica de Rescorla y Wagner: $\Delta V_B = k(\lambda - V)$. Al realizar ese cálculo, recuerde que V se refiere a todos los estímulos presentes en un ensayo. En la fase 2 hay dos señales: A y B. Por consiguiente, $V = V_A + V_B$. Debido a su entrenamiento en la fase 1, al inicio de la fase 2 $V_A = \lambda$. En contraste, V_B empieza de cero. Por lo tanto, al inicio de la fase 2 $V_A + V_B$ es igual a $\lambda + 0$, o λ . Si se sustituye este valor en la ecuación de ΔV_B se obtiene un valor para ΔV_B de $k(\lambda - \lambda)$ o $k(0)$, lo cual es igual a cero. Esto indica que el estímulo B no adquirirá valor asociativo en la fase 2. Es decir, el condicionamiento del estímulo B será bloqueado.

Pérdida del valor asociativo a pesar de los emparejamientos con el EI

El modelo de Rescorla y Wagner es congruente con los hechos básicos del condicionamiento clásico, como la adquisición y el efecto de bloqueo. No obstante, gran parte de la importancia del modelo proviene de sus predicciones inusuales. Una de ellas es que las propiedades condicionadas de los estímulos pueden disminuir a pesar de los emparejamientos continuados con el EI. ¿Cómo podría suceder tal cosa? Se predice que los estímulos perderán su valor asociativo si se presentan juntos en un ensayo de condicionamiento después de haber sido entrenados por separado. En la figura 4.15 se ilustra dicho experimento.

La figura 4.15 muestra un experimento de tres fases. En la fase 1, los estímulos A y B se emparejan con el mismo EI (digamos, una bolita de comida) en ensayos separados. Esto prosigue hasta que ambos estímulos, A y B, predicen a la perfección el EI consistente en una bolita de comida. Por consiguiente, al final de la fase 1, V_A y V_B son iguales cada uno a λ . Posteriormente se inicia la fase 2. En la fase 2, los estímulos A y B se presentan por primera vez al mismo tiempo y este estímulo compuesto es seguido por la única bolita usual de comida. La pre-

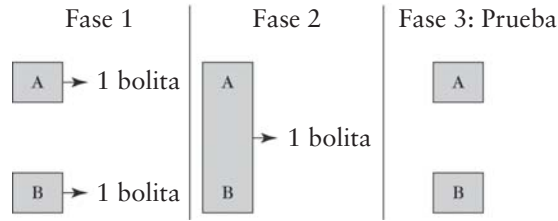
**FIGURA 4.15**

Diagrama del experimento de la sobreexpectativa. En la fase 1, los estímulos A y B se condicionan por separado hasta llegar a la asíntota con un EI que consiste en una bolita de comida. En la fase 2, se crea una sobreexpectativa al presentar A y B de manera simultánea y emparejar al estímulo compuesto con una bolita de comida como EI. En la fase 3, A y B se prueban de manera individual y se encuentra que han perdido valor asociativo debido a la sobreexpectativa creada en la fase 2.

gunta es, ¿qué sucede con las propiedades condicionadas de los estímulos A y B como resultado del entrenamiento en la fase 2?

Advierta que el EI que se usó en la fase 1 es el mismo que se sigue presentando en la fase 2. Dado que no hay cambio en el EI, la reflexión informal sugiere que las propiedades condicionadas de los estímulos A y B también deberían mantenerse sin cambio. En contraste con esta predicción de sentido común, el modelo de Rescorla y Wagner predice que las propiedades condicionadas de los estímulos individuales A y B deberían disminuir en la fase 2.

Como resultado del entrenamiento en la fase 1, ambos estímulos A y B llegan a predecir el EI consistente en una bolita de comida ($V_A = \lambda$; $V_B = \lambda$). Cuando los estímulos A y B se presentan al mismo tiempo por primera vez en la fase 2, se supone que se suman las expectativas basadas en los estímulos individuales, con el resultado de que se predicen dos bolitas de comida como EI en lugar de una ($V_{A+B} = V_A + V_B = 2\lambda$). Esta es una sobreexpectativa, pues el EI sigue siendo una sola bolita de comida. Por consecuencia, existe una discrepancia entre lo que se espera (dos bolitas) y lo que sucede (una bolita). Al inicio de la fase 2, los participantes encuentran al EI sorprendentemente pequeño. Para adecuar sus expectativas del EI con lo que en realidad ocurre en la fase 2, los participantes tienen que disminuir su expectativa del EI basada en los estímulos A y B. Por consiguiente, se predice que los estímulos A y B perderán valor asociativo a pesar de que continúan las presentaciones del mismo EI. La pérdida del valor asociativo proseguirá hasta que la suma de las expectativas basadas en A y B sea igual a una bolita de comida. La pérdida pronosticada de la RC ante los estímulos individuales A y B, en este tipo de procedimiento, es contraintuitiva, pero ha sido verificada experimentalmente (Kehoe y White, 2004; Khallad y Moore, 1996; Lattal y Nakajima, 1998; Rescorla, 1999b).

Inhibición condicionada

¿Cómo explica el modelo de Rescorla y Wagner el desarrollo de la inhibición condicionada? Por ejemplo, considere el procedimiento de Pavlov para el condicionamiento inhibitorio (figura 3.9). Este procedimiento implica dos tipos de ensayos: uno en que se presenta el EI (ensayos reforzados) y otro en que se omite el EI (ensayos no reforzados). En los ensayos reforzados se presenta un estímulo

condicionado excitatorio (EC+) y se empareja con el EI. En los ensayos no reforzados, el EC+ se presenta junto con el estímulo condicionado inhibitorio (EC-) y el compuesto no es seguido por el EI.

La aplicación del modelo de Rescorla y Wagner para este procedimiento requiere que se consideren por separado los ensayos reforzados y los no reforzados. Para anticipar con precisión al EI en los ensayos reforzados, el EC+ tiene que adquirir propiedades excitatorias. El desarrollo de esa excitación condicionada se ilustra en el panel izquierdo de la figura 4.16. El condicionamiento excitatorio involucra la adquisición de valor asociativo positivo y se detiene una vez que el organismo predice perfectamente al EI en cada ensayo reforzado.

¿Qué sucede en los ensayos no reforzados? En esos ensayos se presentan tanto el EC+ como el EC-. Una vez que el EC+ ha adquirido cierto grado de excitación condicionada (debido a su presentación en los ensayos reforzados), el organismo esperará el EI siempre que ocurra el EC+, incluyendo los ensayos no reforzados, pero en los ensayos no reforzados no se presenta el EI. Por lo tanto, éste es un caso de sobreexpectativa, similar al ejemplo ilustrado en la figura 4.15. Para predecir con precisión la ausencia del EI en los ensayos no reforzados, el valor asociativo del EC+ y el valor del EC- tienen que sumar cero (el valor representado por la ausencia del EI). ¿Cómo puede lograrse esto? Debido al valor asociativo positivo del EC+, la única forma de lograr que la expectativa neta del EI sea igual a cero en los ensayos no reforzados es lograr que el valor asociativo del EC- sea negativo. Por consiguiente, para explicar la inhibición condicionada el modelo de Rescorla y Wagner supone que el EC- adquiere valor asociativo negativo (consulte el panel izquierdo de la figura 4.16).

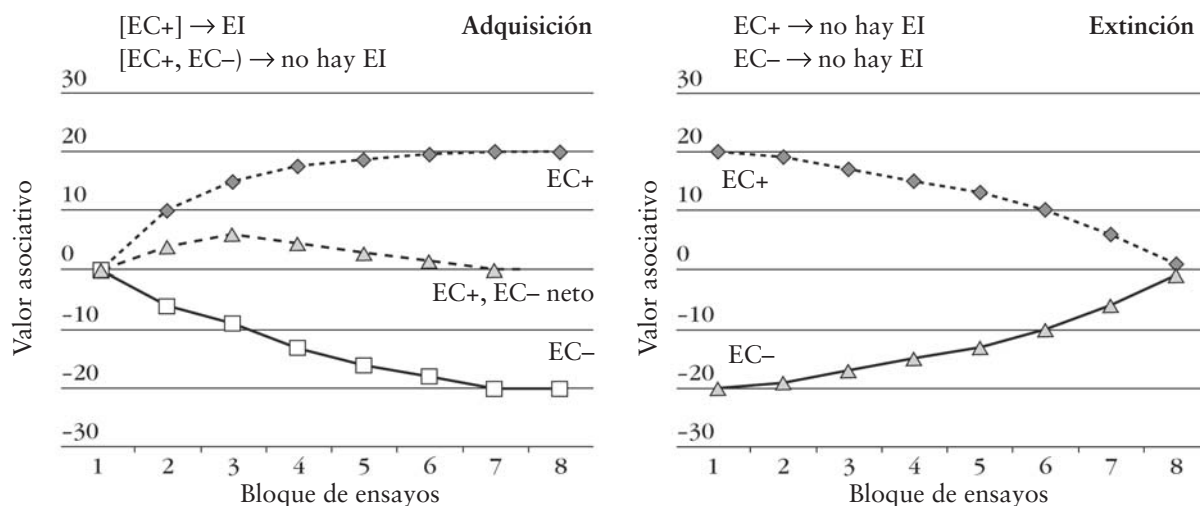


FIGURA 4.16

Panel izquierdo: Adquisición de excitación condicionada por el EC+ y de inhibición condicionada por el EC-. La curva *neto* es el valor asociativo de EC+ y EC- presentados al mismo tiempo. Panel derecho: Extinción pronosticada de la excitación del EC+ y de la inhibición del EC- cuando esas señales se presentan de manera repetida sin el EI, de acuerdo con el modelo de Rescorla y Wagner.

Extinción de la excitación y de la inhibición

En el procedimiento de extinción se presenta el EC de manera repetida sin el EI. En el capítulo 9 examinaremos más a fondo la extinción. No obstante, veamos las predicciones del modelo de Rescorla y Wagner para la extinción, las cuales se muestran en el panel derecho de la figura 4.16. Si un EC ha adquirido propiedades excitatorias (vea el EC+ en la figura 4.16), habrá una sobreexpectativa del EI la primera vez que se presente el EC+ solo en extinción. Al continuar los ensayos con el EC- solo, la expectativa generada por el EC+ se acomoda a la ausencia del EI mediante la reducción gradual del valor asociativo del EC+ a cero.

El modelo de Rescorla y Wagner predice una perspectiva similar para la extinción de la inhibición condicionada. Al inicio de la extinción, el EC- tiene valor asociativo negativo, que puede considerarse como una subpredicción del EI: el organismo predice un EI con un valor inferior al valor cero que ocurre en los ensayos de extinción. Para ajustar las expectativas a la ausencia del EI, el valor asociativo negativo del EC- se pierde poco a poco y el EC- termina con una fuerza asociativa de cero.

Problemas con el modelo de Rescorla y Wagner

El modelo de Rescorla y Wagner estimuló una considerable cantidad de investigaciones y propició el descubrimiento de nuevos e importantes fenómenos en el condicionamiento clásico (Siegel y Allan, 1996). Sin embargo, como era de esperar, el modelo también ha enfrentado una gran cantidad de dificultades (consulte el trabajo de Miller, Barnet y Grahame, 1995).

Una de las dificultades del modelo que resultó evidente desde el inicio es que su análisis de la extinción de la inhibición condicionada no es correcto. Como se mostró en la figura 4.16, el modelo predice que las presentaciones repetidas de un inhibidor condicionado (EC-) por sí solo llevaría a la pérdida de la inhibición condicionada. No obstante, no es eso lo que ocurre (Zimmer-Hart y Rescorla, 1974; Witcher y Ayres, 1984). De hecho, algunos investigadores han encontrado que el no reforzamiento repetido de un EC- puede aumentar sus propiedades inhibitorias condicionadas (DeVito y Fowler, 1987; Hallam, Grahame, Harris y Miller, 1992). Curiosamente, un procedimiento eficaz para reducir las propiedades inhibitorias condicionadas de un EC- no implica en absoluto la presentación del EC-, sino la extinción de las propiedades excitatorias del EC+ con el cual se presentó el EC- durante el entrenamiento inhibitorio (Best *et al.*, 1985; Lysle y Fowler, 1985). (Para una revisión más completa de los procedimientos para extinguir la inhibición condicionada, consulte el trabajo de Fowler, Lysle y DeVito, 1991).

Otra dificultad es que el modelo de Rescorla y Wagner considera la extinción como lo contrario de la adquisición, o el regreso a cero del valor asociativo de un EC. Sin embargo, como veremos en el capítulo 9, cada vez es mayor la evidencia que indica que la extinción no debería considerarse como la simple inversión de la adquisición. Más bien, la extinción parece involucrar el aprendizaje de una nueva relación entre el EC y el EI (a saber, que el EI ya no sigue al EC.)

Otro hallazgo desconcertante que ha sido difícil incorporar al modelo de Rescorla y Wagner es que, en ciertas condiciones, el mismo EC puede tener propiedades tanto excitatorias como inhibitorias (Barnet y Miller, 1996; Matzel, Gladstein y Miller, 1988; McNish, Betts, Brandon y Wagner, 1997; Robbins, 1990; Tait y Saladin, 1986; Williams y Overmier, 1988). El modelo de Rescorla y Wagner

permite que los estímulos condicionados sólo tengan un valor asociativo en un momento dado. Ese valor puede ser excitatorio o inhibitorio, pero no ambos.

Al modelo de Rescorla y Wagner también le resulta difícil explicar algunos hallazgos inusuales obtenidos en el aprendizaje de aversión al sabor y al olor. Esos experimentos emplearon un procedimiento de dos fases muy parecido al diseño de bloqueo (figura 4.13). En la fase 1, se presentó a ratas de laboratorio un EC (sabor u olor) emparejado con enfermedad para condicionar una aversión a ese estímulo. En la fase 2, este estímulo previamente condicionado se presentó al mismo tiempo con un nuevo estímulo y el compuesto se emparejó con la enfermedad. El EC añadido en la fase 2 era un olor nuevo para los sujetos condicionados con el sabor y un sabor novedoso para los sujetos condicionados con el olor. De este modo, la fase 2 implicó el condicionamiento de dos EC presentados juntos, uno de cuyos componentes había sido condicionado antes. Con base en el efecto de bloqueo, se esperaría que la presencia del EC condicionado previamente interfiriera con el condicionamiento del EC que se agregó en la fase 2. No obstante, se encontró justo lo contrario: un efecto de **aumento** o **contrabloqueo** (Batson y Batsell, 2000; Batsell, Paschall, Gleason y Batson, 2001; consulte también el trabajo de Batsell y Paschall, 2008). En lugar de obstaculizar el condicionamiento del EC añadido en la fase 2, el estímulo previamente condicionado aumentó o facilitó el condicionamiento del EC agregado. El efecto de aumento o contrabloqueo es uno en una lista creciente de fenómenos en que la presencia de un estímulo facilita la respuesta ante otro EC presentado al mismo tiempo, probablemente por medio de una asociación al interior del compuesto entre las dos señales.

Otros modelos del condicionamiento clásico

La elaboración de una teoría exhaustiva del condicionamiento clásico resulta un desafío formidable. Dados los casi 100 años de investigación sobre el tema, una teoría integral debe explicar muchos hallazgos diversos, aunque ninguna de las teorías disponibles en la actualidad lo ha logrado del todo. No obstante, se siguen proponiendo y analizando nuevas e interesantes ideas acerca del condicionamiento clásico. Algunas de esas propuestas complementan al modelo de Rescorla y Wagner, otras son incompatibles con dicho modelo y llevan el debate teórico a nuevas direcciones.

Modelos atencionales del condicionamiento

En el modelo de Rescorla y Wagner, la cantidad de aprendizaje que tiene lugar en un ensayo de condicionamiento depende de la eficacia del EI. Los psicólogos estadounidenses han apoyado las teorías que se enfocan en los cambios en la efectividad del EI. En contraste, los psicólogos ingleses se han aproximado a los fenómenos, como el efecto de bloqueo, planteando cambios en la eficacia con que el EC atrae la atención de los participantes. La suposición general es que, para que ocurra el condicionamiento los participantes deben prestar atención al EC. Se espera que los procedimientos que interrumpen la atención al EC dificulten también el aprendizaje (Mackintosh, 1975; McLaren y Mackintosh, 2000; Pearce y Hall, 1980).

Las teorías atencionales difieren en sus suposiciones acerca de lo que determina la notoriedad del EC en un determinado ensayo. Por ejemplo, Pearce y Hall (1980) suponen que la cantidad de atención que un animal presta al EC en

**N. J. Mackintosh**

un determinado ensayo está determinada por lo sorprendente que fue el EI en el ensayo anterior (consulte también los trabajos de Hall, Kaye y Pearce, 1985; McLaren y Mackintosh, 2000).

Los animales tienen mucho que aprender si el EI les resultó sorprendente en el ensayo anterior. Por consiguiente, en esas condiciones prestan más atención a ese EC en el siguiente ensayo. En contraste, si un EC fue seguido del EI esperado, los participantes prestan menos atención a ese EC en el ensayo posterior. Se supone que un EI esperado disminuye la notoriedad o atención atraída por el EC.

Una característica importante de las teorías atencionales es que asumen que el nivel de sorpresa del EI en un ensayo determinado cambia el grado de atención que atrae el EC en ensayos futuros. Por ejemplo, si el ensayo 10 termina con un EI sorprendente, eso aumentará la atención que se preste al EC en el ensayo 11. Por consiguiente, se supone que el carácter sorpresivo del EI sólo tiene una influencia *prospectiva* o *proactiva* sobre la atención y el condicionamiento. Esto es una diferencia importante con modelos de reducción del EI como el de Rescorla y Wagner, en que el nivel de sorpresa del EI en un ensayo establece lo que se aprende en ese mismo ensayo.

La suposición de que el EI en cierto ensayo influye en lo que se aprende en el siguiente ha permitido a los modelos atencionales explicar ciertos hallazgos (Mackintosh, Bygrave y Picton, 1977, aunque esa suposición les ha hecho difícil explicar otros resultados. En particular, los modelos no pueden explicar el bloqueo que ocurre en el primer ensayo de la fase 2 del experimento de bloqueo (Azorlosa y Cicala, 1986; Balaz, Kasprow y Miller, 1982; Dickinson, Nicholas y Mackintosh, 1983; Gillan y Domjan, 1977). La presencia en la fase 2 del EC_A previamente condicionado hace que el EI resulte poco sorprendente, pero eso sólo reduce la atención al EC_B en el segundo ensayo, así como en los subsecuentes de la fase 2, por lo que el EC_B debería atraer toda la atención en el primer ensayo de la segunda fase y el aprendizaje sobre el EC_B debería proceder normalmente en el ensayo 1. Sin embargo, no es eso lo que ocurre. El condicionamiento del EC_B puede ser bloqueado por el EC_A incluso en el primer ensayo de la fase 2. (Para conocer una teoría atencional reciente del desempeño aprendido, consulte el trabajo de Schmajuk y Larrauri, 2006; Kruschke, Kappenman y Hetrick, 2005, presentan un estudio empírico sobre el papel de la atención en el aprendizaje con medidas del seguimiento visual.)

Factores temporales y respuesta condicionada

Ni el modelo de Rescorla y Wagner ni los modelos de modificación del EC fueron diseñados para explicar los efectos del tiempo en el condicionamiento. No obstante, el tiempo es un factor de evidente relevancia. Una variable temporal importante es el intervalo EC-EI. Como se mencionó en el capítulo 3, en muchas situaciones de aprendizaje la respuesta condicionada se relaciona inversamente con el intervalo EC-EI o con la duración del EC. Más allá de cierto punto óptimo, los procedimientos con intervalos EC-EI más largos producen menos respuesta (figura 3.7). Esta relación parece ser sobre todo una característica de las respuestas estrechamente relacionadas con el EI (como la búsqueda focalizada). Si se miden las conductas, que por lo regular están más alejadas del EI (como la búsqueda general), la respuesta es mayor con procedimientos que involucran intervalos EC-EI más largos (figura 4.11). Ambos hallazgos muestran la importancia de la duración del EC en el condicionamiento.

**P. D. Balsam**

La perspectiva que en la actualidad goza de mayor aceptación es la idea de que en un procedimiento pavloviano, los participantes no sólo aprenden que un EC se empareja con un EI, sino cuándo ocurrirá ese EI (Balsam, Drew y Yang, 2001; Balsam y Gallistel, en prensa; Ohyama y Mauk, 2001). Por ejemplo, Williams y sus colaboradores (2008) concluyeron, a partir de sus resultados, que aprender *cuándo* ocurre el EI supera al aprendizaje de *si* dicho EI ocurre.

La idea de que los participantes aprenden acerca del momento en que ocurre el EI se conoce como *codificación temporal*. La *hipótesis de la codificación temporal* plantea que los participantes aprenden cuándo ocurre el EI en relación con el EC y que utilizan esta información en el bloqueo, el condicionamiento de segundo orden y en otros paradigmas en que lo que se aprende en una fase del entrenamiento influye en lo que se aprende en una fase posterior. Varios estudios han confirmado predicciones interesantes de la hipótesis de codificación temporal (Amundson y Miller, 2008; Barnet, Cole y Miller, 1997; Brown, Hemmes y de Vaca, 1997; Cole, Barnet y Miller, 1995; Savastano y Miller, 1998).

Otra variable temporal importante es el intervalo entre ensayos sucesivos, donde generalmente se observa más respuesta condicionada en los procedimientos en que los ensayos están más espaciados (Sunsay y Bouton, 2008). Aunado a esto el intervalo entre ensayos y la duración del EC (o intervalo EC-EI) actúan a veces en combinación para determinar la respuesta. Numerosos estudios han demostrado que el factor fundamental es la duración relativa de esas dos variables temporales más que el valor absoluto de cualquiera de ellas por sí misma (Gibbon y Balsam, 1981; Gallistel y Gibbon, 2000). Holland (2000) reportó un ejemplo particularmente claro de esta relación.

El experimento de Holland se efectuó con ratas de laboratorio. El EI era la presentación periódica de comida en el comedero y su presentación era señalada por un EC que consistía en un ruido blanco. Al principio, las ratas sólo acudían al comedero cuando se entregaba la comida. Sin embargo, a medida que avanzaba el condicionamiento empezaron a acercarse al comedero en cuanto escuchaban el ruido (EC). Por consiguiente, la RC anticipatoria era husmear el comedero. Cada grupo se condicionó con una de dos duraciones del EC (10 o 20 segundos) y con uno de seis intervalos entre ensayos (que fluctuaban entre 15 y 960 segundos). Cada procedimiento podía caracterizarse en términos de la razón frente al intervalo entre ensayos (IEE) y la duración del EC, que Holland denominó duración del ensayo (DE). Los resultados del experimento se resumen en la figura 4.17. El tiempo que los animales pasaron husmeando el comedero durante el EC se presenta como función del valor relativo del intervalo entre ensayos (IEE) y la duración del ensayo (DE) para cada grupo. Observe que la respuesta condicionada se relacionaba directamente con la razón IEE/DE. En cada razón IEE/DE los grupos que recibieron el EC de 10 segundos respondieron de la misma manera a los que recibieron el EC de 20 segundos. (Para conocer otros estudios sobre el papel de la razón IEE/DE en el condicionamiento, consulte los trabajos de Balsam, Fairhurst y Gallistel, 2006; Burns y Domjan, 2001; Kirkpatrick y Church, 2000; Lattal, 1999.)

Se han ofrecido varias interpretaciones de por qué influye tanto la razón IEE/DE en la determinación de la respuesta condicionada. Una explicación inicial, la *hipótesis del tiempo relativo de espera*, supone que un EC sólo comparte información respecto a la presentación del EI si el participante ha pasado menos tiempo esperando el EI cuando está presente el EC que cuando se encuentra

Cortesía de J. Gibbon

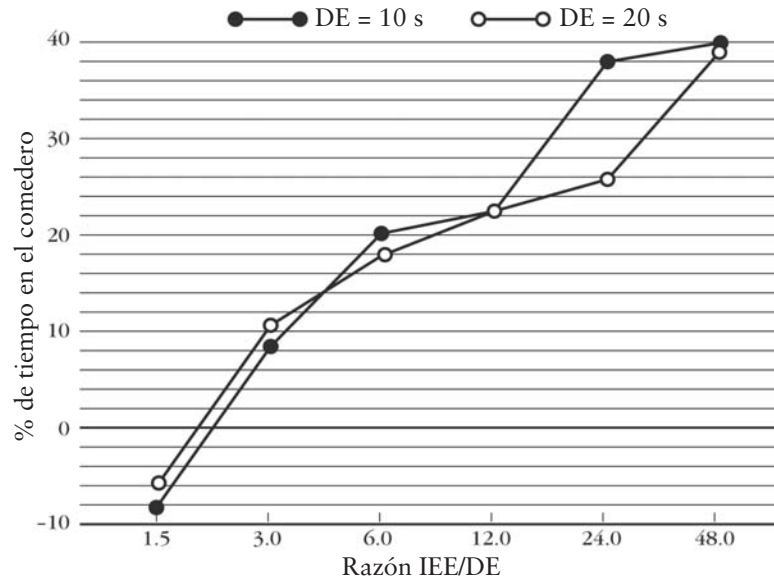


J. Gibbon

Cortesía de M. Burns



M. Burns

**FIGURA 4.17**

Porcentaje de tiempo en que las ratas husmearon el comedero durante un EC auditivo en un condicionamiento con una duración del ensayo (DE) de 10 o de 20 segundos y con diversos intervalos entre ensayos (IEE) que generaron razones IEE/DE que iban de 1.5 a 48.0. Se muestran los datos en relación con la respuesta durante periodos de línea base en que el EC estaba ausente. (Tomado de "Trial and Intertrial Durations in Appetitive Conditioning in Rats" de P. C. Holland, 2000, *Animal Learning & Behavior*, Vol. 28, figura 2, p. 125. Derechos reservados, 2000 Psychonomic Society, Inc. Reproducido con autorización.)

en la situación experimental sin la presencia del EC (Jenkins, Barnes y Barreira, 1981; consulte también la teoría de la expectativa escalar, Gibbon y Balsam, 1981). Con una razón IEE/DE baja, el tiempo de espera en presencia del EC es similar al tiempo de espera del contexto. En este caso, el EC proporciona poca información nueva acerca del momento en que ocurrirá el EI y no se desarrollará mucha respuesta condicionada. En contraste, con una razón IEE/DE alta, el tiempo de espera en presencia del EC es mucho menor que el tiempo de espera del contexto. Esto hace al EC altamente informativo acerca de cuándo ocurrirá el EI y la respuesta condicionada será más vigorosa.

Esas ideas han sido explicadas en mayor detalle por una teoría exhaustiva de los factores temporales y el condicionamiento denominada *teoría de la estimación de la tasa* (Gallistel y Gibbon, 2000).

La teoría de estimación de la tasa (TET) ha resultado bastante polémica por ser una teoría no asociativa que trata de explicar todos los fenómenos del condicionamiento, sin basarse en la idea de que se establece una asociación entre un EC y un EI. Más bien, según esa teoría, la respuesta condicionada refleja las estimaciones que hacen los participantes de la tasa con que se presenta el EI durante el EC y la tasa de sus presentaciones en ausencia del EC.

La teoría de estimación de la tasa puede debatirse sobre bases formales y empíricas. A nivel formal ignora todos los datos neurofisiológicos sobre el aprendizaje asociativo. También impone a los animales una carga computacional que resulta poco realista en ambientes naturales complejos. Quizá sea posible

estimar las tasas de presentación del EI durante y entre estímulos condicionados en situaciones simples de laboratorio que implican la presentación repetida de uno o dos estímulos condicionados y un estímulo incondicionado. Pero fuera del laboratorio, los animales humanos y no humanos tienen que enfrentar numerosos EC y EI, y seguir la pista de todas esas tasas de reforzamiento resultaría una carga computacional mucho mayor que depender de las asociaciones. A nivel empírico, la teoría de la estimación de la tasa ha generado algunas predicciones que han sido confirmadas (por ejemplo, Gottlieb, 2008), pero resulta incongruente con una literatura experimental cada vez más abundante (Domjan, 2003; Gottlieb, 2004; Sunsay y Bouton, 2008; Williams *et al.*, 2008).

La hipótesis del comparador

La hipótesis del tiempo relativo de espera y otras teorías afines fueron desarrolladas para explicar los efectos de los factores temporales en el condicionamiento excitatorio. Una de sus contribuciones importantes fue el hecho de que enfatizaron que la respuesta condicionada no sólo depende de lo que sucede durante el EC, sino también de lo que sucede en otros aspectos de la situación experimental. La idea de que ambos factores influyen en el desempeño aprendido también es fundamental para la **hipótesis del comparador** y otras hipótesis posteriores desarrolladas por Ralph R. Miller y sus colaboradores (Denniston, Savastano y Miller, 2001; Miller y Matzel, 1988; Stout y Miller, 2007).

La hipótesis del comparador fue impulsada por un interesante conjunto de hallazgos conocidos como *efectos de reevaluación*. Por ejemplo, considere el fenómeno de bloqueo (figura 4.13); en éste se somete primero a los participantes a una fase de entrenamiento en que un EC_A se empareja con el EI. El EC_A se presenta luego al mismo tiempo que un EC_B y este estímulo compuesto se empareja con el EI. Las pruebas posteriores en que se presenta el EC_B sólo muestran poca respuesta ante dicho estímulo. Como ya se explicó, el modelo de Rescorla y Wagner interpreta el efecto de bloqueo como la imposibilidad de aprender ante el EC_B . La presencia del EC_A bloquea el condicionamiento del EC_B .

La hipótesis del comparador adopta una perspectiva diferente. Supone que lo que se bloquea es la respuesta al EC_B . De ser eso cierto, entonces la respuesta al EC_B debería hacerse evidente si se elimina el bloqueo de algún modo. ¿Cómo podría conseguirse eso? Según resulta, una forma de eliminar el bloqueo ante EC_B es eliminar la respuesta ante EC_A mediante la presentación repetida de dicho estímulo sin el EI. Varios estudios han demostrado que dicha extinción del EC_A luego del procedimiento de bloqueo expone la respuesta condicionada ante EC_B (Blaisdell, Gunther y Miller, 1999). Esto se denomina *efecto de reevaluación*, pues implica la modificación del valor condicionado de un estímulo (EC_A) que estuvo presente durante el entrenamiento del estímulo objetivo (EC_B). La exposición de la respuesta ante EC_B demuestra que el bloqueo no impidió su condicionamiento sino que interrumpió el desempeño de la respuesta ante dicho estímulo.

Inspirada en los efectos de la reevaluación, la hipótesis del comparador es una teoría del desempeño más que del aprendizaje. Supone que la respuesta condicionada no sólo depende de las asociaciones entre el EC objetivo y el EI, sino también de las asociaciones que pueden aprenderse entre el EI y otros estímulos que están presentes durante el condicionamiento del EC objetivo. Esos otros estímulos se denominan señales del *comparador* y pueden incluir al contexto



R. R. Miller

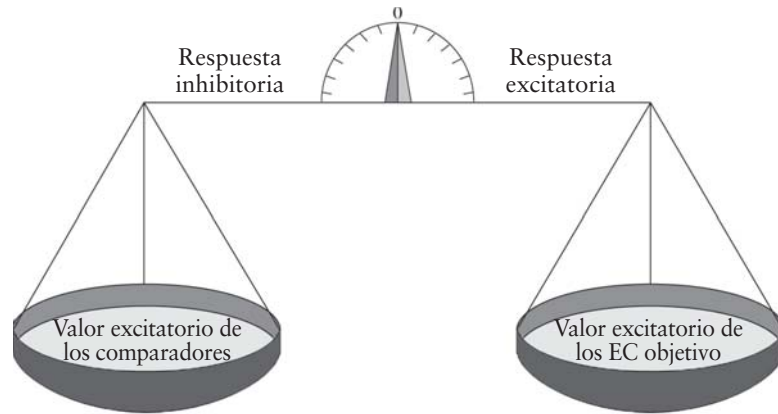


FIGURA 4.18

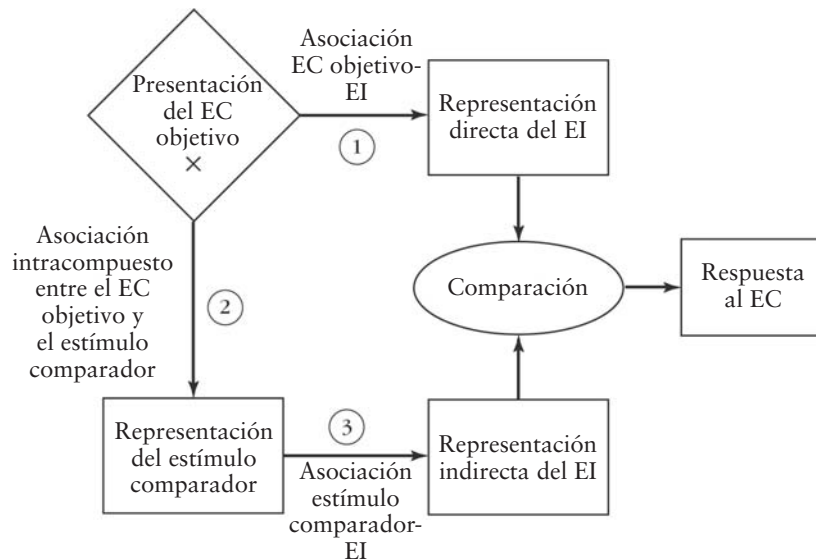
Ilustración de la hipótesis del comparador. Que el EC objetivo provoque respuesta excitatoria o inhibitoria depende de si la balanza se inclina a la izquierda o a la derecha. Si el valor excitatorio del EC objetivo es mayor que el valor excitatorio de las señales del comparador que estuvieron presentes durante el entrenamiento del objetivo, la balanza se inclina a la derecha a favor de la respuesta excitatoria. A medida que se incrementa el valor excitatorio de los estímulos del comparador, la balanza se vuelve menos favorable a la respuesta excitatoria y puede inclinarse a la izquierda, a favor de la respuesta inhibitoria.

experimental. En el experimento de bloqueo, el estímulo objetivo es EC_B y la señal del comparador que está presente durante el condicionamiento de este estímulo objetivo es EC_A .

Otra suposición fundamental de la hipótesis del comparador es que sólo permite la formación de asociaciones excitatorias con el estímulo incondicionado. Se presume que el hecho de que la respuesta condicionada refleje excitación o inhibición es determinado por las fuerzas relativas de la excitación condicionada al EC objetivo en comparación con el valor excitatorio de los estímulos del comparador que estuvieron presentes con el EC objetivo durante el entrenamiento.

En la figura 4.18 se presenta el proceso del comparador; como se aprecia, se hace una comparación entre el valor excitatorio del EC objetivo y el valor excitatorio de las señales del comparador que estuvieron presentes durante su entrenamiento. Si el valor excitatorio del EC objetivo supera el valor excitatorio de las señales del comparador, la balanza de la comparación se inclinará a favor de la respuesta excitatoria al objetivo. Conforme aumenta el valor excitatorio de las señales, el equilibrio de la comparación se hará menos favorable para la respuesta excitatoria. De hecho, si el valor excitatorio de las señales del comparador se vuelve lo bastante fuerte, la balanza se inclinará a favor de la respuesta inhibitoria al EC objetivo.

A diferencia de la hipótesis de tiempo relativo de espera o TRE, la hipótesis del comparador hace más hincapié en las asociaciones que en el tiempo. Supone que en el curso del condicionamiento los organismos aprenden tres asociaciones, las cuales se muestran en la figura 4.19. La primera asociación (conexión 1 en la figura 4.19) se establece entre el EC objetivo X y el EI; la segunda asociación (conexión 2) se forma entre el EC objetivo X y las señales del comparador. Por último, se crea una asociación entre los estímulos del comparador y el EI (conexión 3). Con esas tres conexiones en su lugar, una vez que se presenta el EC, la repre-

**FIGURA 4.19**

La estructura asociativa de la hipótesis del comparador. El EC objetivo es representado por X. Las asociaciones excitatorias tienen como resultado la activación de la representación del EI, sea de manera directa por medio del objetivo (conexión 1) o indirecta (por medio de las conexiones 2 y 3). (Tomado de Friedman *et al.* (1998), *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, p. 454. Derechos reservados © 1998 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

sentación del EI se activa tanto de manera directa (por medio de la conexión 1) como de forma indirecta (a través de las conexiones 2 y 3). La comparación de las activaciones directa e indirecta determina el grado de respuesta excitatoria o inhibitoria que ocurre (Stout y Miller, 2007, revisan el tema en mayor detalle).

Un corolario importante de la hipótesis del comparador es que la comparación de las asociaciones EC-EI y comparador-EI se lleva a cabo en el momento de la prueba de la respuesta condicionada. Debido a esta suposición, la hipótesis del comparador hace la inusual predicción de que la extinción de la asociación comparador-EI que sigue al entrenamiento de un EC objetivo aumentará la respuesta a ese estímulo. Gracias a ese mecanismo es que la hipótesis del comparador puede predecir que la extinción del EC_A descubrirá la respuesta condicionada al EC_B en el procedimiento de bloqueo. (Para conocer otros ejemplos de los efectos de la reevaluación, consulte los trabajos de Stout y Miller, 2007; Urcelay y Miller, 2008.)

La hipótesis del comparador también se ha probado en estudios de inhibición condicionada. En un procedimiento de inhibición condicionada (figura 4.16), el objetivo es el EC⁻. Durante el entrenamiento de inhibición condicionada, el EC⁻ se presenta junto con un EC⁺ que proporciona el contexto excitatorio para el aprendizaje de la inhibición. Por consiguiente, el estímulo comparador es el EC⁺. Considere la balanza del comparador presentada en la figura 4.18. De acuerdo con esta balanza, se presentará respuesta inhibitoria ante el objetivo (EC⁻), pues tiene menos poder excitatorio que su comparador (el EC⁺). De este modo, la hipótesis del comparador atribuye la respuesta inhibitoria a situaciones en que la asociación del EC objetivo con el EI es más débil que la asociación de las señales del comparador con el EI. Curiosamente, no se considera que la inhibición condicionada sea el resultado del valor asociativo negativo, sino que se

cree que es el resultado de que la balanza de la comparación se incline en contra del objetivo y a favor del estímulo comparador. Una implicación interesante de la teoría es que la extinción del EC+ comparador que sigue al condicionamiento inhibitorio reducirá la respuesta inhibitoria. Como se mencionó antes en la revisión de la extinción de la inhibición condicionada, esta predicción inusual ha sido confirmada (Best *et al.*, 1985; Lysle y Fowler, 1985).

Perspectiva general de las alternativas teóricas

El modelo de Rescorla y Wagner marcó el inicio de una nueva y emocionante era de la teoría del aprendizaje que en los últimos 40 años ha generado muchas y nuevas ideas. Aunque no ha logrado abordar varios problemas importantes, sigue siendo el estándar con que se comparan las teorías posteriores. Los antiguos modelos atencionales intentaron encarar la misma variedad de fenómenos que abordó el modelo de Rescorla y Wagner, pero también tuvieron dificultades. Modelos recientes han enfatizado diferentes aspectos del condicionamiento clásico. La hipótesis del tiempo relativo de espera trata los fenómenos que involucran la distribución temporal de los estímulos condicionado e incondicionado, aunque la teoría que le sucedió (de la estimación de la tasa) es mucho más amplia. La hipótesis del comparador es muy ambiciosa y describe una amplia gama de efectos que involucran interacciones entre varios tipos de experiencias de aprendizaje, pero es una teoría del desempeño más que del aprendizaje y, en consecuencia, no explica cómo se adquieren las asociaciones. Como señalaron Stout y Miller (2007), “el desempeño adquirido surge de la compleja interacción de muchas memorias” (p. 779). Sin duda, los desarrollos teóricos futuros tendrán mucho que decir acerca de la forma en que los factores temporales determinan la conducta aprendida y de cómo esa conducta no sólo depende de las asociaciones de las señales con los estímulos incondicionados, sino con otros estímulos que se encuentran al mismo tiempo.

COMENTARIOS FINALES

En un principio, algunos psicólogos consideraban al condicionamiento clásico como una forma de aprendizaje relativamente simple y primitiva que sólo participaba en la regulación de respuestas glandulares y viscerales, como la salivación. Se suponía que el establecimiento de asociaciones EC-EI ocurre de manera bastante automática con el emparejamiento de un EC y un EI. Dada la naturaleza simple y automática del condicionamiento, no se le daba importancia en la explicación de la complejidad y riqueza de la experiencia humana. Es claro que esta idea del condicionamiento clásico ya no puede sostenerse.

La investigación analizada en los capítulos 3 y 4 ha demostrado que el condicionamiento clásico involucra numerosos procesos complejos y está implicado en el control de una gran variedad de respuestas, como la conducta emocional y las respuestas de acercamiento y alejamiento. El aprendizaje no ocurre de manera automática con el emparejamiento de un EC con un EI. Más bien, depende de la experiencia previa del organismo con cada uno de esos estímulos, de la presencia de otros estímulos durante el ensayo de condicionamiento y de la medida en que el EC y el EI son relevantes entre sí. Además, los procesos de condi-

cionamiento clásico no se limitan a los emparejamientos EC-EI. Es posible que se aprendan asociaciones entre dos estímulos biológicamente débiles (precondicionamiento sensorial) o en ausencia de un EI (condicionamiento de orden superior).

Dadas esas y otras dificultades de los procesos del condicionamiento clásico, es un error ignorarlo en los intentos por explicar las formas complejas de comportamiento. La riqueza de los mecanismos del condicionamiento clásico los hace relevantes para la riqueza y la complejidad de la conducta humana.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. ¿Qué restricciones hay, de haber alguna, sobre los tipos de estímulos que pueden funcionar como estímulos condicionados e incondicionados en el condicionamiento pavloviano?
2. ¿Cómo explican los mecanismos del condicionamiento pavloviano el desarrollo de la tolerancia a las drogas y cuáles son algunas de las implicaciones de esos mecanismos?
3. ¿Cómo puede hacerse la distinción experimental entre el aprendizaje E-R y el aprendizaje E-E?
4. Describa la idea básica del modelo de Rescorla y Wagner. ¿Qué aspectos del modelo le permiten explicar el efecto de bloqueo y hacer algunas predicciones inusuales?
5. ¿En qué aspectos difieren las teorías atencionales del aprendizaje de otras teorías?
6. ¿Cuál es la suposición básica de la teoría de la estimación de la tasa?
7. ¿Cómo explica la hipótesis del comparador el efecto de bloqueo?

TÉRMINOS CLAVE

aprendizaje estímulo-estímulo (E-E) El aprendizaje de una asociación entre dos estímulos, cuyo resultado es que la exposición a uno de los estímulos llega a activar la representación, o “imagen mental”, del otro estímulo.

aprendizaje estímulo-respuesta (E-R) El aprendizaje de una asociación entre un estímulo y una respuesta, cuyo resultado es que el estímulo llega a provocar la respuesta.

aumento Facilitación del condicionamiento de un estímulo novedoso debido a la presencia de un estímulo condicionado previamente. También se conoce como *efecto de contrabloqueo*.

condicionamiento de orden superior Procedimiento en que un estímulo condicionado previamente (EC_1) se usa para condicionar un nuevo estímulo (EC_2).

devaluación del EI Disminución del atractivo de un estímulo incondicionado; por lo general se consigue por medio de condicionamiento de aversión o por saciedad.

efecto de bloqueo Interferencia con el condicionamiento de un estímulo novedoso debido a la presencia de un estímulo condicionado previamente.

efecto de contrabloqueo Lo mismo que *aumento*.

efecto de inhibición latente Lo mismo que *efecto de preexposición al EC*.

efecto de preexposición al EC Interferencia con el condicionamiento producida por la exposición repetida al EC antes de los ensayos de condicionamiento. Se conoce también como *efecto de inhibición latente*.

- efecto de preexposición al EI** Interferencia con el condicionamiento producida por la exposición repetida al estímulo incondicionado antes de los ensayos de condicionamiento.
- hipótesis de tiempo relativo de espera** Idea de que la respuesta condicionada depende de cuánto tiempo tenga que esperar el organismo al EI en presencia del EC, en comparación con el tiempo que tiene que esperarlo en la situación experimental sin tomar en cuenta al EC.
- hipótesis del comparador** Idea de que la respuesta condicionada depende de una comparación entre la fuerza asociativa del estímulo condicionado (EC) y la fuerza asociativa de otras señales que estuvieron presentes durante el entrenamiento del EC objetivo.
- homeostasis** Concepto introducido por Walter Cannon para referirse a los mecanismos fisiológicos que permiten mantener dentro de límites aceptables aspectos cruciales de la fisiología (como el nivel de azúcar en la sangre y la temperatura). El nivel homeostático se logra mediante la operación de mecanismos de retroalimentación negativa y anticipación regulatoria que permiten contrarrestar los efectos de las amenazas al nivel homeostático.
- notoriedad del estímulo** La importancia o lo destacable de un estímulo. En términos generales, el condicionamiento avanza con mayor rapidez con estímulos condicionados e incondicionados más notorios.
- precondicionamiento sensorial** Procedimiento en que un estímulo biológicamente débil (EC_2) se empareja repetidamente con otro estímulo biológicamente débil (EC_1). Luego, el EC_1 se condiciona con un estímulo incondicionado. En un ensayo de prueba posterior, el EC_2 también provocará la respuesta condicionada aunque dicho estímulo nunca se emparejó directamente con el EI.
- respuesta condicionada compensatoria** Respuesta condicionada cuya forma es opuesta a la reacción provocada por el EI y que por ende compensa dicha reacción.
- sustitución del estímulo** Idea teórica según la cual, como resultado del condicionamiento clásico los participantes llegan a responder al EC de la misma manera que lo hacen ante el EI.
- tolerancia a las drogas** Disminución de la eficacia de una droga como resultado de su consumo repetido.

Condicionamiento instrumental: fundamentos

Primeras investigaciones del condicionamiento instrumental

Enfoques modernos en el estudio del condicionamiento instrumental

Procedimientos de ensayo discreto
Procedimientos de operante libre

Procedimientos del condicionamiento instrumental

Reforzamiento positivo
Castigo

Reforzamiento negativo
Entrenamiento por omisión

Elementos fundamentales del condicionamiento instrumental

La respuesta instrumental
El reforzador instrumental
La relación entre respuesta y reforzador

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se inician la revisión del condicionamiento instrumental y la conducta dirigida a metas. Es el tipo de condicionamiento involucrado en el entrenamiento de un mariscal de campo para anotar un touchdown o de un niño para saltar la cuerda. En éste, la obtención de una meta o reforzador depende de que haya ocurrido con anterioridad una respuesta indicada. Trataré primero de describir los orígenes de la investigación sobre el condicionamiento instrumental y los métodos utilizados en la investigación contemporánea. Esta revisión sienta las bases para la siguiente sección en la que se describen los cuatro tipos básicos del condicionamiento instrumental. El capítulo concluye con el examen de los tres elementos fundamentales del paradigma del condicionamiento instrumental: la respuesta instrumental, el reforzador o evento meta y la relación entre la respuesta instrumental y el evento meta.

En capítulos anteriores se analizaron varios aspectos de la forma en que las respuestas son provocadas por estímulos diferenciados. Los estudios de la habituación, la sensibilización y el condicionamiento clásico se interesan en el análisis de los mecanismos de la conducta provocada. Debido a ese énfasis, los procedimientos utilizados en los experimentos sobre estos temas no requieren que el participante realice una respuesta particular para obtener comida u otros EI o EC. El condicionamiento clásico refleja la manera en que los organismos se ajustan a los eventos de su entorno que no pueden controlar directamente. En este capítulo entramos al análisis de las situaciones de aprendizaje en que los estímulos que encuentra un organismo son resultado directo de su conducta. Comúnmente nos referimos a esta conducta como *dirigida a metas* o *instrumental*, pues es necesario que se responda para producir un resultado ambiental deseado.

Un estudiante puede obtener una buena calificación si estudia tenazmente; para echar a andar el motor, el conductor debe hacer girar la llave en el encendido; un niño puede obtener un dulce si mete una moneda a la máquina expendedora. En todos esos casos, algún aspecto de la conducta del individuo juega un papel decisivo en la producción de un estímulo o resultado significativo. Más aún, la conducta ocurre ya que en el pasado acciones similares produjeron el mismo tipo de resultado. Los estudiantes no estudiarían si con eso no obtuvieran mejores calificaciones; los conductores no harían girar la llave en el encendido si eso no hiciera arrancar el motor; y los niños no meterían monedas a las máquinas expendedoras si no obtuvieran dulces a cambio. La conducta que ocurre, porque antes fue decisiva para producir ciertas consecuencias, se denomina **conducta instrumental**.

El hecho de que las consecuencias de una acción puedan determinar si uno realizará la respuesta de nuevo resulta evidente para cualquiera. Si encuentra un billete de un dólar al mirar hacia abajo, seguirá mirando el piso mientras camina. Lo que no resulta tan evidente es la forma en que dichas consecuencias influyen en la conducta futura. Muchos de los capítulos posteriores están

dedicados a los mecanismos responsables del control de la conducta por sus consecuencias. En este capítulo se describirá parte de la historia, las técnicas básicas, los procedimientos y los problemas en el análisis experimental de la conducta instrumental o dirigida a metas.

¿Cómo podría uno investigar la conducta instrumental? Una forma sería ir al ambiente natural y buscar ejemplos. Sin embargo, es poco probable que este método dé lugar a resultados definitivos, pues sin manipulación experimental es difícil aislar los factores responsables de la conducta dirigida a metas. Por ejemplo, considere a un perro que se encuentra cómodamente sentado en el patio. Cuando se acerca un intruso el perro comienza a ladrar con energía y el intruso se aleja. Dado que el ladrido del perro tuvo una consecuencia evidente (la partida del intruso), se podría concluir que el perro ladró para producir esta consecuencia (que el ladrido estaba dirigido a una meta). Sin embargo, otra posibilidad sería que el ladrido fuese provocado por la novedad del intruso y que persistiera mientras estuviera presente el estímulo provocador. La consecuencia de la respuesta (la partida del intruso) puede haber sido fortuita en relación con el ladrido del perro. Si no se realizan manipulaciones experimentales de la relación del ladrido y sus consecuencias resulta difícil decidir entre esas alternativas. (Para un análisis experimental de una situación similar en una especie de peces, consulte el trabajo de Losey y Sevenster, 1995.)

PRIMERAS INVESTIGACIONES DEL CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL

El principio formal de los análisis teóricos y de laboratorio del condicionamiento instrumental fue el trabajo del psicólogo estadounidense E. L. Thorndike, cuyo propósito original era estudiar la inteligencia animal (Thorndike, 1898, 1911; Catania, 1999, ofrece comentarios más recientes; Dewsbury, 1998; Lattal, 1998). Como se mencionó en el capítulo 1, la publicación de la teoría evolutiva de Darwin estimuló las especulaciones sobre el grado en que las capacidades intelectuales humanas estaban presentes en los animales. Thorndike estudió esta cuestión a partir de la investigación empírica, para lo cual construyó una serie de cajas problema para sus experimentos. Su procedimiento de entrenamiento consistía en colocar a un animal hambriento (un gato, un perro o un pollo) en la caja problema y algo de comida en el exterior de modo que el animal pudiera verla. La tarea del animal era aprender a salir de la caja y obtener la comida.

Diferentes cajas problema requerían distintas respuestas para salir. Algunas más sencillas que otras. La figura 5.1 ilustra dos de las más simples. En la caja A, la respuesta requerida era jalar un aro para abrir un cerrojo que bloqueaba la puerta desde afuera. En la caja I, la respuesta que se pedía era presionar una palanca, con lo cual se abría el cerrojo. Al principio, los sujetos tardaban en dar la respuesta correcta, pero al continuar la práctica con la tarea, sus latencias se hicieron cada vez más cortas. La figura 5.2 muestra las latencias de un gato para salir de la caja A en ensayos sucesivos. El gato necesitó 160 segundos para salir de la caja A en el primer ensayo; más tarde, su latencia más corta fue de seis segundos (Chance, 1999).

El cuidadoso método empírico de Thorndike representó un avance importante en el estudio de la inteligencia animal. Otra contribución importante fue su estricta evitación de las interpretaciones antropomórficas de la conducta que ob-

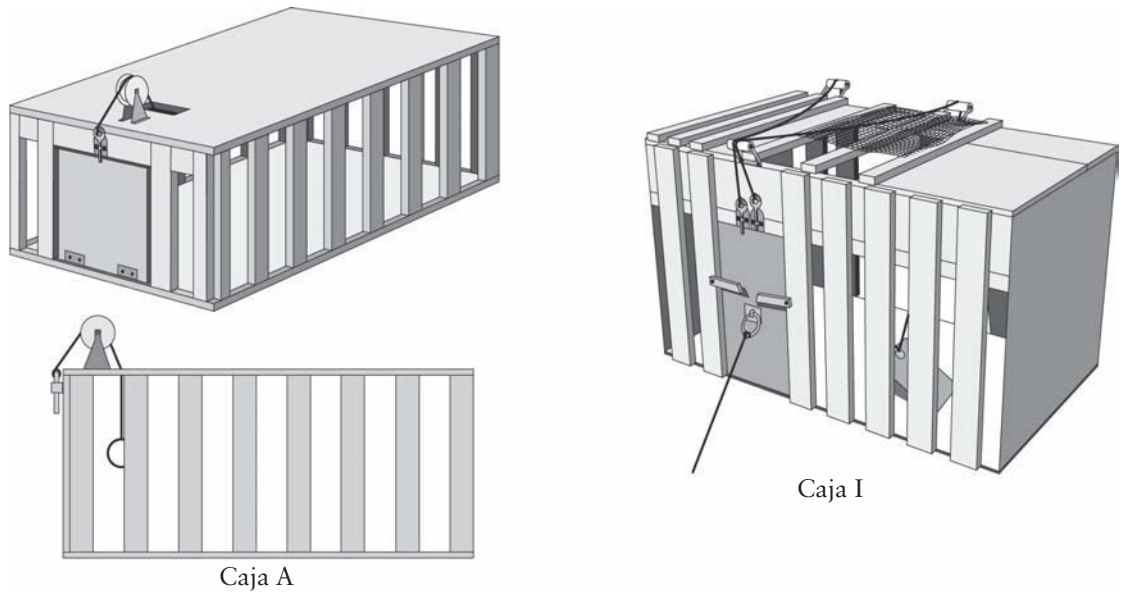


FIGURA 5.1

Dos de las cajas problema de Thorndike, A e I. En la caja A, el sujeto tenía que jalar un aro para abrir la puerta. En la caja I, la presión de una palanca abría el cerrojo en el otro costado. *Izquierda:* Tomado de Chance, P. (1999). "Thorndike's puzzle boxes and the origins of the experimental analysis of behavior", en *Journal of the Experimental Analysis of Behaviour*, 72, 433-440. Derechos reservados, 1999 por la Society for the Experimental Analysis of Behaviour, Inc. Reproducido con autorización. *Derecha:* Thorndike (1898) *Animal Intelligence Experimental Studies*.

servaba. Aunque Thorndike llamó *inteligencia animal* a su tratado, muchos aspectos de la conducta le parecían más bien poco inteligentes. No creía que el escape cada vez más rápido de la caja problema se debiese a que los gatos hubiesen comprendido la tarea o descubierto el diseño del mecanismo de salida. Más bien, su interpretación fue que los resultados de sus estudios reflejaban el aprendizaje de una asociación E-R. Cuando un gato era colocado en una caja, al principio desplegaba una variedad de respuestas típicas de un animal confinado. A la larga, alguna de esas respuestas lograba abrir la puerta. Thorndike creía que esos escapes exitosos conducían al aprendizaje de una asociación entre los estímulos presentes en la caja problema y la respuesta de escape. A medida que se fortalecía la asociación, o conexión, entre las señales de la caja y la respuesta exitosa, el animal realizaba la respuesta con más rapidez. La consecuencia de la respuesta exitosa fortalecía la asociación entre los estímulos de la caja y dicha respuesta.

Con base en su investigación, Thorndike formuló la **ley del efecto**, la cual plantea que si una respuesta dada en presencia de un estímulo es seguida de un *evento satisfactorio*, la asociación entre el estímulo (E) y la respuesta (R) es fortalecida. Si la respuesta es seguida de un *evento molesto*, la asociación E-R se debilita. En este punto es importante enfatizar que, de acuerdo con la ley del efecto, lo que se aprende es una asociación entre la respuesta y los estímulos pre-

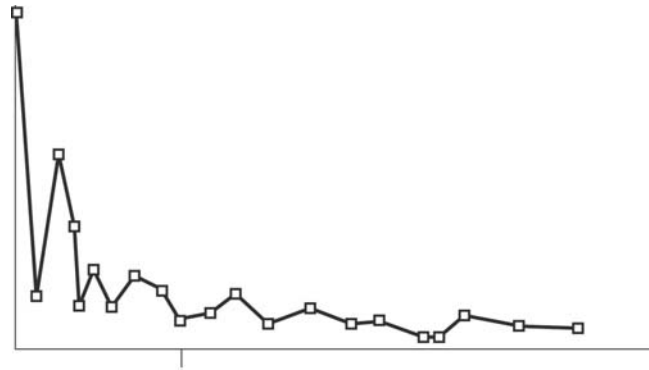


FIGURA 5.2

Latencias para escapar de la caja A en ensayos sucesivos. La mayor latencia fue de 160 segundos, la más corta fue de seis segundos. (Advierta que los ejes no están etiquetados, como en el reporte original de Thorndike.)

sentes en el momento en que ésta se realiza. Advierta que la consecuencia de la respuesta no es uno de los elementos de la asociación. La consecuencia satisfactoria o molesta simplemente sirve para fortalecer o debilitar la asociación entre el estímulo precedente y la respuesta. La ley del efecto de Thorndike implica *aprendizaje E-R*. El interés por esta forma de aprendizaje se ha mantenido en los 100 años posteriores a la propuesta de Thorndike, y en la actualidad los neurocientíficos la consideran la base de la naturaleza compulsiva de la dependencia a las drogas (Everitt y Robbins, 2005).

RECUADRO 5.1

Esbozo biográfico de E. L. Thorndike

Edward Lee Thorndike nació en 1874 y murió en 1949. Siendo estudiante de licenciatura de la Universidad Wesleyan se interesó en el trabajo de William James, quien, en ese entonces, se encontraba en Harvard, donde Thorndike ingresó en 1895 como estudiante de posgrado. Durante su estancia empezó su investigación sobre la conducta instrumental, para la cual, al principio, utilizó pollos. Como el departamento de psicología no tenía un espacio para laboratorios, empezó su proyecto en el sótano de la casa de William James. Poco después recibió la oferta de una beca de investigación en la Universidad de Columbia. Esta

vez, su laboratorio se localizó en el ático del psicólogo James Cattell.

Thorndike recibió en 1898 su Doctorado de la Universidad de Columbia por su trabajo titulado “Animal Intelligence: An Experimental Analysis of Associative Processes in Animals” (Inteligencia animal: un análisis experimental de los procesos asociativos en los animales). El trabajo incluía los famosos experimentos en la caja problema. Después de un breve periodo en la Universidad Western Reserve, en Cleveland, regresó a Columbia donde participó durante varios años como profesor de psicología educativa en el Teachers

College. Entre otras cosas, trabajó para aplicar en los niños los principios del aprendizaje por ensayo y error que había descubierto en los animales. También se interesó en la evaluación psicológica y se convirtió en un líder de este campo de formación reciente. Para el momento en que se jubiló, había escrito 507 trabajos académicos (sin contar con un procesador de textos), entre los cuales se incluían alrededor de 50 libros (Cumming, 1999). Varios años antes de su muerte, Thorndike regresó a Harvard como Conferencista William James; un adecuado tributo considerando los orígenes de sus intereses en la psicología.

ENFOQUES MODERNOS EN EL ESTUDIO DEL CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL

Thorndike utilizó 15 diferentes cajas problema en sus investigaciones. Cada caja requería distintas operaciones para que el gato lograra salir. Conforme más científicos se involucraron en el estudio del aprendizaje instrumental, la variedad de tareas que emplearon se hizo más pequeña. Algunas de ellas se volvieron “estándar” y se han empleado de manera repetida para facilitar la comparación de los resultados obtenidos en diferentes laboratorios.

Procedimientos de ensayo discreto

Los **procedimientos de ensayo discreto** comparten, con el método utilizado por Thorndike, el hecho de que cada ensayo de entrenamiento termina con la salida del animal del aparato y en que la respuesta instrumental sólo se realiza una vez en cada ensayo. Es común que las investigaciones de la conducta instrumental, con una preparación de ensayo discreto, se lleven a cabo con algún tipo de laberinto. El uso de laberintos en los estudios del aprendizaje fue iniciado por el psicólogo estadounidense W. S. Small (1899, 1900) a comienzos del siglo xx. Small estaba interesado en el estudio de las ratas y fue alentado a usar un laberinto por un artículo que leyó en *Scientific American* el cual describía los complejos sistemas de madrigueras subterráneas que construyen las ratas canguro en su hábitat natural. Small concluyó que un laberinto sacaría provecho de la “propensión de las ratas por los pasadizos pequeños y sinuosos”.

La figura 5.3 muestra dos laberintos que se usan con frecuencia en la investigación contemporánea. El corredor, o laberinto de pasadizo recto, contiene una caja de inicio en un extremo y una caja meta en el otro. Al inicio de cada ensayo se coloca a la rata en la caja de inicio. Luego se levanta la barrera móvil que separa la caja de inicio de la sección principal del corredor y que permite que la rata avance por el corredor hasta que llega a la caja meta, que por lo regular contiene un reforzador como agua o comida.

Otro laberinto utilizado en muchos experimentos es el laberinto en T que se muestra a la derecha de la figura 5.3. El laberinto en T consta de una caja meta y corredores dispuestos en la forma de una T. En el extremo de cada brazo de la T se localiza una caja meta; como el laberinto tiene la opción de dos brazos puede usarse para estudiar preguntas más complejas. Por ejemplo, los dos brazos del laberinto pueden hacerse distintivos cubriendo las paredes con paneles claros u oscuros

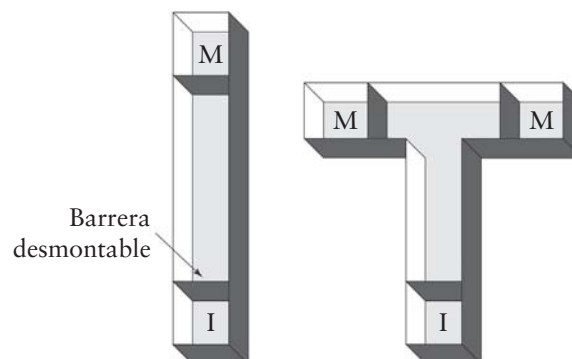


FIGURA 5.3

Vista superior de un corredor y un laberinto en T. I es la caja de inicio y M es la caja meta.

y el experimento puede organizarse de modo que siempre se encuentre una pella (una bolita de comida) en el brazo claro del laberinto. Esta modificación permite estudiar la forma en que los sujetos aprenden a usar las señales del ambiente para saber en qué dirección girar o cuál de dos respuestas alternativas realizar.

La conducta en el laberinto puede cuantificarse midiendo la velocidad con que el animal llega de la caja de inicio a la caja meta, lo que se denomina **velocidad de la carrera**. Por lo general, la velocidad de la carrera se incrementa conforme se repiten los ensayos de entrenamiento. Otra medida común de la conducta en los laberintos es la **latencia**, que en el caso de la respuesta de correr es el tiempo que le lleva al animal salir de la caja de inicio y empezar a desplazarse por el corredor. Regularmente, las latencias disminuyen a medida que se avanza en el entrenamiento. En un laberinto en T también puede medirse el porcentaje de elecciones correctas para obtener al final la comida.

Procedimientos de operante libre

En un corredor o un laberinto en T, después de que llega a la caja meta se saca al animal del aparato por un rato antes de regresarlo a la caja de inicio para el siguiente ensayo. Por consiguiente, las oportunidades del animal para responder son limitadas y están programadas por el experimentador. En contraste, los **procedimientos de operante libre** permiten al animal repetir, sin restricciones, una y otra vez, la respuesta instrumental. El método de operante libre fue inventado por B. F. Skinner (1938) para estudiar la conducta de manera más continua de lo que permiten los laberintos.

A Skinner (figura 5.4) le interesaba analizar, en el laboratorio, una forma de conducta que fuese representativa de toda la actividad en curso que ocurre de manera natural, pero reconocía que antes de poder analizar experimentalmente la conducta era necesario definir una unidad conductual mensurable. La observación casual sugiere que la conducta en curso es continua, ya que una actividad lleva a la otra y no se divide en unidades perfectas, como las moléculas de una solución química. Skinner propuso el concepto de operante como una forma de dividir toda la conducta en unidades mensurables significativas.

La figura 5.5 muestra una caja de Skinner típica usada para estudiar la conducta de operante libre en ratas (en la figura 1.7 se presenta una caja de Skinner usada para estudiar el picoteo en palomas). La caja es una pequeña cámara que contiene una palanca que la rata puede presionar de manera repetida, además de un mecanismo que puede entregar un reforzador, como agua o comida. En el experimento más sencillo, se coloca en la cámara a una rata hambrienta y la palanca se conecta electrónicamente al sistema dispensador de comida y cuando la rata presiona la palanca, cae una pella en el comedero.

Una **respuesta operante**, como la presión de palanca, se define en términos del efecto que tiene sobre el ambiente. Las actividades que tienen el mismo efecto ambiental se consideran ejemplos de la misma respuesta operante. El aspecto crucial no son los músculos involucrados en la realización de la conducta, sino la forma en que ésta *opera* en el ambiente. Por ejemplo, la operante de presión de palanca por lo general se define como la presión suficiente de la palanca para activar el sensor del registro. La rata puede presionar la palanca con la pata derecha, con la pata izquierda o con la cola. Esas diferentes respuestas musculares constituyen la misma operante si todas hacen descender la palanca en la canti-



FIGURA 5.4

B. F. Skinner (1904-1990).

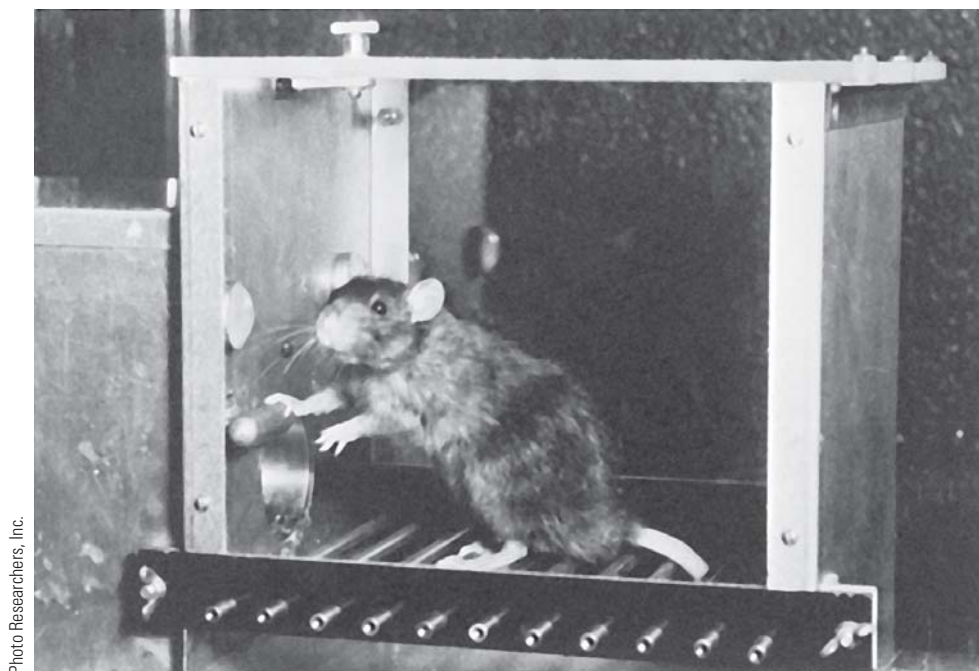


FIGURA 5.5

Una caja de Skinner equipada con una palanca de respuestas y un dispensador de comida. Se utiliza equipo electrónico para programar los procedimientos y registrar las respuestas de manera automática.

dad requerida. Se supone que las distintas maneras de presionar la palanca son funcionalmente equivalentes, pues todas tienen el mismo efecto en el ambiente, a saber, la activación del sensor del registro.

En el curso de nuestra vida cotidiana realizamos numerosas operantes. Si queremos abrir una puerta, no importa que usemos la mano derecha o la izquierda para hacer girar la perilla. El resultado operacional (abrir la puerta) es la medida crítica del éxito. De igual modo, en el baloncesto o el béisbol, lo que cuenta es el resultado operacional (meter la pelota en la canasta o sacar la bola del campo) más que la forma en que se lleva a cabo la tarea. Con la definición operacional del éxito conductual no se necesitan jueces para evaluar si la conducta se realizó con éxito. El resultado ambiental lleva la puntuación. Lo que cuenta es si la pelota entró en la canasta y es irrelevante si lo hizo de manera directa o si rebotó en el aro. Esto contrasta con el patinaje artístico, la gimnasia y el baile de salón en que la forma en que se realiza la conducta es tan importante como su impacto en el ambiente. Meter la pelota en la canasta es una conducta operante. Realizar una salida graciosa de las barras paralelas no lo es. Sin embargo, cualquier respuesta que se requiera para producir una consecuencia deseada es una *respuesta instrumental* ya que es “decisiva” para producir un resultado particular.

Entrenamiento del comedero y moldeamiento

Cuando los niños intentan meter una pelota en la canasta, al principio no tienen mucho éxito. Muchos intentos terminan con la pelota rebotando contra el tablero o ni siquiera se acercan a la canasta. De igual modo, una rata colocada en una caja de Skinner no presionará de inmediato la palanca que le proporciona una pella. El entrenamiento exitoso de una respuesta operante o instrumental suele requerir mucha práctica y una serie cuidadosamente diseñada de pasos de entrenamiento que llevan al estudiante de la categoría de novato a la de experto. Este es evidentemente el caso de actividades como el campeonato de patinaje artístico que requiere horas diarias de práctica bajo la supervisión de un entrenador experto. La mayoría de los padres no gastan mucho dinero en contratar al entrenador correcto que enseñe a su hijo a jugar baloncesto. No obstante, incluso en ese caso, el niño pasa por una serie de pasos de entrenamiento que pueden empezar con una pelota pequeña y un equipo comercial de baloncesto que es mucho más bajo que el estándar y resulta más sencillo de alcanzar. La canasta de entrenamiento también es ajustable, por lo que puede elevarse gradualmente a medida que el niño adquiere mayor competencia.

También existen pasos preliminares en el establecimiento de la respuesta de presionar la palanca por una rata de laboratorio. La rata tiene que aprender primero cuándo podrá encontrar la comida en el comedero. Esto involucra al condicionamiento clásico: el sonido del dispensador de comida se empareja de manera reiterada con la entrega de una pella en la bandeja. El dispensador de comida se conoce como *comedero*. Después de suficientes emparejamientos del sonido del comedero y la entrega de comida, el sonido llega a provocar una respuesta de seguimiento de señales: el animal se acerca a la bandeja y recoge la pella. Esta fase preliminar del condicionamiento se denomina **entrenamiento del comedero**.

Después del entrenamiento del comedero, la rata está lista para aprender la respuesta operante requerida. En este punto, la rata recibe comida si hace cualquier cosa remotamente relacionada con la presión de la palanca. Por ejemplo, al principio la rata puede recibir una pella cada vez que se para sobre sus patas traseras en cualquier lugar de la cámara experimental. Una vez que se establece la respuesta

de pararse en dos patas, el animal sólo recibirá la pella si realiza esa respuesta sobre la palanca. La rata ya no recibirá reforzamiento por pararse sobre las patas traseras en otras partes de la cámara. Una vez que se ha establecido la respuesta de pararse sobre la palanca, la rata sólo recibirá la comida si presiona la palanca. Esa secuencia de pasos de entrenamiento se conoce como **moldeamiento**.

Como muestran los ejemplos anteriores, el moldeamiento de una nueva respuesta operante requiere que se entrenen los componentes o aproximaciones a la conducta final. Sea que esté tratando de enseñar a un niño a encestar una pelota o a una rata a presionar una palanca, al principio sólo se requieren aproximaciones burdas al desempeño final para recibir el reforzamiento. Una vez que el niño adquiere competencia para meter la pelota en una canasta colocada a la altura del hombro, la altura de la canasta puede elevarse de manera gradual. A medida que progresa el proceso del moldeamiento, se exige cada vez más hasta que sólo se entrega el reforzador si se realiza la conducta objetivo final.

El moldeamiento exitoso de la conducta implica tres componentes. Primero debe definirse con claridad la respuesta final que se desea que realice el sujeto. Segundo, es necesario evaluar con claridad el nivel inicial del desempeño, sin importar qué tan alejado esté de la respuesta final en que se ha interesado. Tercero, es necesario dividir en pasos de entrenamiento o aproximaciones sucesivas apropiadas la progresión que va del punto de inicio a la respuesta objetivo final. Las aproximaciones sucesivas son el plan de entrenamiento. El cumplimiento del plan de entrenamiento implica dos tácticas complementarias: el *reforzamiento de aproximaciones sucesivas* a la conducta final y el *no reforzamiento de las formas anteriores de conducta*.

Aunque es relativamente fácil entender los principios involucrados en el moldeamiento de la conducta, su aplicación puede resultar difícil. Si los pasos del moldeamiento están demasiado alejados, o si se pasa demasiado tiempo en un paso particular, el progreso quizá no sea satisfactorio. Los entrenadores deportivos, los maestros de piano, los instructores de manejo y otras personas que participan en el entrenamiento de la conducta instrumental están conscientes de lo difícil que puede ser diseñar los pasos o aproximaciones sucesivas más eficaces. Se utilizan los mismos principios del moldeamiento cuando se enseña a un niño a ponerse los calcetines o a beber de una taza sin derramar el líquido, aunque en esos casos la organización del entrenamiento es menos formal. (Preston, Umbricht, Wong y Epstein, 2001, presentan un estudio del moldeamiento de la conducta de abstinencia en consumidores de cocaína.)

Moldeamiento y conducta nueva

Los procedimientos de moldeamiento se usan frecuentemente para generar nuevas conductas, pero ¿qué tan novedosas son exactamente esas conductas? Por ejemplo, considere la respuesta de una rata al presionar la palanca. Para presionar la palanca, el animal tiene que acercarse a la palanca, pararse frente a ella, levantar sus patas delanteras y colocarlas sobre la palanca con la fuerza suficiente para desplazarla. Todas esas respuestas componentes son cosas que la rata puede haber hecho en una u otra ocasión en otras situaciones (mientras exploraba su jaula, al interactuar con otra rata o al manipular la comida). Al entrenar a la rata para presionar la palanca no le estamos enseñando nuevas respuestas componentes. Más bien, le estamos enseñando a combinar respuestas familiares en una nueva actividad. El condicionamiento instrumental implica a menudo la construcción, o síntesis, de una nueva unidad conductual a partir de componentes preexistentes

que ya ocurrían en el repertorio del sujeto (Balsam, Deich, Ohyama y Stokes, 1998; Reid, Chadwick, Dunham y Miller, 2001; Schwartz, 1981).

El condicionamiento instrumental también se emplea para producir respuestas diferentes a cualquier cosa que el sujeto haya hecho antes. Por ejemplo, considere el lanzamiento de un balón de fútbol a una distancia de 54.5 metros. Para conseguir semejante hazaña se necesita algo más que engarzar los componentes conductuales familiares. La fuerza, velocidad y coordinación involucradas en el lanzamiento del balón a 54.5 metros es diferente a cualquier cosa que pudiera hacer un sujeto no entrenado. Se trata de una respuesta completamente nueva. El desempeño experto en deportes, en la ejecución de un instrumento musical o en el ballet implica formas novedosas de conducta. Esas respuestas novedosas se crean también por medio del moldeamiento.

La creación de nuevas respuestas por moldeamiento depende de la variabilidad inherente de la conducta. Si un paso particular del moldeamiento requiere que el mariscal de campo, en entrenamiento, haga un lanzamiento de 27.5 metros y cumple el criterio en la mayor parte de los ensayos, no logrará una serie de lanzamientos de 27.5 metros. En promedio, los lanzamientos serán de 27.5 metros, pero de un intento al siguiente, es probable que el mariscal de campo entrenado lance el balón a 22.8, 29.2, 26.5 o 31 metros. Posiblemente cada lanzamiento sea un tanto diferente. Esta variabilidad permite que el entrenador establezca la siguiente aproximación sucesiva en 31 metros. Con este nuevo objetivo, el sujeto empezará a hacer lanzamientos a mayor distancia y la nueva distribución de respuestas se centrará alrededor de 31 metros. Cada lanzamiento será de nuevo diferente, pero la mayor parte de ellos será ahora de 31 metros o más. El cambio de la distribución a lanzamientos más largos permitirá al entrenador volver a elevar el criterio, en esta ocasión tal vez a 34.7 metros. Con las repeticiones graduales del proceso, el mariscal de campo hará lanzamientos cada vez más largos, logrando distancias que no habría conseguido de otro modo. Por consiguiente, el proceso de moldeamiento saca ventaja de la variabilidad de la conducta y genera de ese modo respuestas que son completamente nuevas en el repertorio del entrenado. Así es como se aprenden nuevas y espectaculares hazañas en el desempeño del deporte, el ballet o la ejecución de un instrumento musical. (Deich, Allan y Zeigler, 1988; Stokes, Mechner y Balsam, 1999, presentan estudios sobre el moldeamiento en el laboratorio.)

La tasa de respuestas como medida de la conducta operante

En contraste con las técnicas de ensayo discreto para el estudio de la conducta instrumental, los métodos de operante libre permiten la observación continua



FIGURA 5.6

Se requiere del moldeamiento para aprender habilidades especiales.

de la conducta durante periodos prolongados. Con la oportunidad constante de responder, es el organismo, más que el experimentador, quien determina la frecuencia de su respuesta instrumental. Por lo tanto, las técnicas de operante libre proporcionan una oportunidad especial de observar cambios en la probabilidad de la conducta a lo largo del tiempo.

¿Cómo podría sacarse ventaja de esta oportunidad y medir la probabilidad de una conducta operante? Las medidas de la latencia y velocidad de la respuesta, que son de uso común en los procedimientos de ensayo discreto, no describen la probabilidad de que una respuesta se repita. Skinner propuso el uso de la *tasa de ocurrencia* de la conducta operante (es decir, la frecuencia de la respuesta por minuto) como medida de la probabilidad de la respuesta. Las respuestas altamente probables ocurren con mucha frecuencia y tienen una tasa elevada. En contraste, las respuestas poco probables ocurren de vez en cuando y su tasa es baja. La tasa de respuestas se ha convertido en la medida principal en los estudios que emplean procedimientos de operante libre.

PROCEDIMIENTOS DEL CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL

En todas las situaciones de condicionamiento instrumental, el participante emite una respuesta y por consecuencia produce un resultado. Pagarle al vecino por cortar el césped, gritarle al gato por subirse a la barra de la cocina, cerrar una ventana para impedir que entre la lluvia y quitarle a un adolescente el privilegio de usar el carro por llegar demasiado tarde son formas de condicionamiento instrumental. Dos de estos ejemplos involucran eventos placenteros (recibir un pago, conducir un auto), mientras que los otros dos incluyen estímulos desagradables (el sonido del grito y la entrada de la lluvia por la ventana). El nombre técnico de un resultado agradable es **estímulo apetitivo**, mientras que el de un resultado desagradable es **estímulo aver-sivo**. La respuesta instrumental puede producir el estímulo, como cuando podar el césped resulta en la obtención de un pago. Por otro lado, la respuesta instrumental puede terminar o eliminar un estímulo, como cuando se cierra la ventana para impedir la entrada de la lluvia. Que el resultado de un procedimiento de condicionamiento sea un aumento o una disminución de la tasa de respuestas depende tanto de la naturaleza del resultado como del hecho en que la respuesta produzca o elimine el estímulo. En la tabla 5.1 se describen los principales procedimientos de condicionamiento instrumental.

TABLA 5.1

Tipos de procedimiento de condicionamiento instrumental

Nombre del procedimiento	Contingencia entre respuesta y resultado	Resultado del procedimiento
Reforzamiento positivo	<i>Positiva</i> : La respuesta produce un estímulo apetitivo.	<i>Reforzamiento</i> o incremento en la tasa de respuestas.
Castigo (castigo positivo)	<i>Positiva</i> : La respuesta produce un estímulo aversivo.	<i>Castigo</i> o disminución en la tasa de respuestas.
Reforzamiento negativo (escape o evitación)	<i>Negativa</i> : La respuesta elimina o impide la presentación de un estímulo aversivo.	<i>Reforzamiento</i> o incremento en la tasa de respuestas.
Entrenamiento por omisión (RDO)	<i>Negativa</i> : La respuesta elimina o impide la presentación de un estímulo apetitivo.	<i>Castigo</i> o disminución en la tasa de respuestas.

Reforzamiento positivo

Un padre le da a su hija una galleta cuando guarda sus juguetes; un profesor elogia a un estudiante cuando éste entrega un buen informe; un empleado recibe un bono en su cheque cuando se desempeña bien en el trabajo. Todos esos son ejemplos de **reforzamiento positivo**. El reforzamiento positivo es un procedimiento en el que la respuesta instrumental produce un estímulo apetitivo. Si la respuesta ocurre, se presenta el estímulo apetitivo; en caso contrario no se presenta. Por consiguiente, existe una contingencia positiva entre la respuesta instrumental y el estímulo apetitivo. Los procedimientos de reforzamiento positivo producen un incremento en la tasa de respuestas. Requerir que una rata hambrienta presione una palanca para obtener una pella es un ejemplo de reforzamiento positivo que es común en el laboratorio.

Castigo

Una madre regaña a su hijo por correr en la calle; su jefe lo critica por llegar tarde a una reunión; un maestro le asigna una calificación reprobatoria por dar una respuesta incorrecta a muchas preguntas del examen. Esos son ejemplos de **castigo**. En un procedimiento de castigo, la respuesta instrumental produce un evento desagradable o aversivo. Existe una contingencia positiva entre la respuesta instrumental y el estímulo resultante (la respuesta produce el resultado), pero el resultado es un estímulo aversivo. Los procedimientos eficaces de castigo producen una disminución en la respuesta instrumental.

Reforzamiento negativo

Abrir un paraguas para impedir que la lluvia lo moje, subir la ventana del automóvil para reducir el viento que entra y ponerse los lentes de sol para protegerse del brillo del sol de verano son ejemplos de **reforzamiento negativo**. En todos esos casos, la respuesta instrumental termina un estímulo aversivo. Por lo tanto existe una *contingencia negativa* entre la respuesta instrumental y el estímulo aversivo. Los procedimientos de reforzamiento negativo incrementan la respuesta instrumental. Es más probable que se abra el paraguas si eso impide que uno se moje cuando llueve.

La gente tiende a confundir el reforzamiento negativo con el castigo. En ambos procedimientos se emplea un estímulo aversivo. Sin embargo, la relación de la respuesta instrumental con el estímulo aversivo es del todo diferente. En los procedimientos de castigo, la respuesta instrumental produce el estímulo aversivo y la contingencia entre la respuesta instrumental y el estímulo aversivo es positiva. En contraste, en el reforzamiento negativo la respuesta termina el estímulo aversivo y existe una contingencia negativa entre respuesta y resultado. Esta diferencia en la contingencia produce resultados muy diferentes. El castigo disminuye la respuesta instrumental mientras que el reforzamiento negativo la incrementa.

Entrenamiento por omisión

El entrenamiento por omisión es utilizado cuando a una niña se le ordena ir a su habitación después de cometer una travesura. La niña no recibe un estímulo aversivo cuando se le dice que vaya a su cuarto. No hay nada aversivo en la

habitación de la niña. Más bien, al enviarla a su cuarto el padre está retirando fuentes de reforzamiento positivo, como jugar con las amigas o ver televisión. Suspendarle a alguien la licencia de conducir por hacerlo ebrio también constituye un **entrenamiento por omisión** (retirar el placer y el privilegio de conducir). En este tipo de entrenamiento, la respuesta instrumental impide la entrega de un estímulo placentero o apetitivo. Por consiguiente, este procedimiento también implica una contingencia negativa entre la respuesta y un evento ambiental. Frecuentemente se prefiere al entrenamiento por omisión para desalentar la conducta humana, pues a diferencia del castigo, no supone la entrega de un estímulo aversivo. (Para conocer un estudio de laboratorio reciente sobre el entrenamiento por omisión, consulte el trabajo de Sanabria, Sitomer y Killeen, 2006.)

Los procedimientos del entrenamiento por omisión también se denominan **reforzamiento diferencial de otra conducta (RDO)**. Dicho término destaca el hecho de que en el entrenamiento por omisión el individuo recibe de manera periódica el estímulo apetitivo siempre y cuando realice una conducta distinta a la respuesta especificada por el procedimiento. Emitir la respuesta objetivo tiene como resultado la supresión de la recompensa que se habría entregado si el individuo hubiese realizado *otra* conducta. Por consiguiente, el entrenamiento por omisión implica el reforzamiento de *otra* conducta.

RECUADRO 5.2

Reforzamiento diferencial de otra conducta como tratamiento para la conducta autolesiva y otras conductas problemáticas

La conducta autolesiva es un hábito problemático que resulta evidente en algunos individuos con discapacidades en el desarrollo. Bridget era una mujer de 50 años con un retardo mental profundo cuya conducta autolesiva consistía en golpearse en el cuerpo y azotar la cabeza contra los muebles, paredes y pisos. Las evaluaciones preliminares indicaron que la conducta de golpearse la cabeza era mantenida por la atención que recibía de los demás cuando azotaba la cabeza contra una superficie dura. Para desalentar la conducta autolesiva se puso en práctica un procedimiento de entrenamiento por omisión o RDO (Lindberg, Iwata, Kahng, DeLeon, 1999). Los procedimientos de entrenamiento se llevaron a cabo en sesiones de 15 minutos. Durante la fase de entrenamiento por omisión, Bridget era ignorada cuando se golpeaba la cabeza contra una superficie dura, pero recibía atención

periódicamente si no lo hacía. La atención consistía en que el terapeuta le hablara de tres a cinco segundos y ocasionalmente le diera una palmadita en el brazo o la espalda.

Los resultados del estudio se presentan en la figura 5.7. Durante las primeras 19 sesiones, cuando Bridget recibía atención por su conducta autolesiva, la tasa de los golpes en la cabeza fluctuaba alrededor de seis respuestas por minuto. La primera fase del entrenamiento RDO (sesiones 20-24) tuvieron como resultado un rápido descenso de los golpes en la cabeza. La conducta autolesiva reapareció en las sesiones 25-31, cuando se reintrodujo la condición de línea base. El entrenamiento RDO se reanudó en la sesión 32 y permaneció en efecto por el resto del estudio. El resultado importante del estudio fue que la conducta autolesiva disminuyó de manera significativa durante las sesiones con el RDO.

El estudio con Bridget ilustra varios principios conductuales que también son evidentes en otras situaciones. Un principio general es que la atención es un reforzador muy poderoso para la conducta humana. La gente hace todo tipo de cosas para llamar la atención. Igual que en el caso de Bridget, pueden desarrollarse, incluso, respuestas que son nocivas para el individuo si dichas respuestas son reforzadas positivamente con atención. Desafortunadamente, es difícil ignorar algunas respuestas, pero al atenderlas se puede estar proporcionando reforzamiento positivo. Es difícil ignorar a un niño que se porta mal en una tienda o en un restaurante, pero prestarle atención puede alentar la mala conducta. Muchas formas de conducta perturbadora se desarrollan por la atención que reciben. Como en el caso de Bridget, la mejor terapia consiste en ignorar la conducta perturbadora y prestar

(continúa)

RECUADRO 5.2 (continúa)

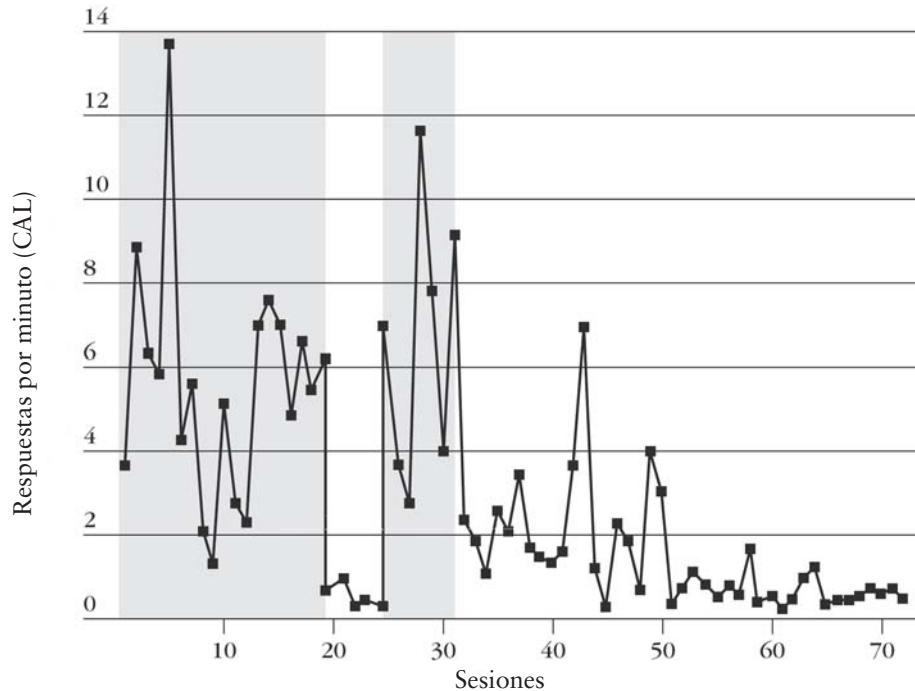


FIGURA 5.7

Tasa de conducta autolesiva de Bridget durante las sesiones de línea base (1-19 y 25-31) y durante las sesiones en que estuvo en efecto una contingencia RDO (20-24 y 32-72). (Tomado de Lindberg *et al.*, 1999).

atención cuando el niño hace otra cosa, aunque no es sencillo reforzar deliberadamente otra conducta, ya que se requiere esfuerzo consciente y disciplina por parte del padre o el maestro.

Nadie cuestiona la necesidad de dicho esfuerzo consciente en el entrenamiento de respuestas complejas en animales. Como señalara Amy Sutherland (2008), “los entrenadores

animales no consiguen que un león marino salude fastidiándolo. Tampoco enseñan a un babuino a darse la vuelta criticándolo, ni enseñan a un elefante a pintar señalándole todo lo que hizo mal... Los entrenadores recompensan de manera progresiva al animal por la conducta que desean e, igualmente importante, ignoran la conducta que no quieren” (p. 59). En su interesante

libro, *What Shamu taught me about life, love and marriage*, Amy Sutherland continuó argumentando que se podría hacer uso provechoso de los mismos principios para obtener mejores resultados con el esposo que fastidiándolo por dejar los calcetines sucios en el piso y ofreciéndole atención y reforzamiento social por respuestas distintas a los malos hábitos.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL

Como veremos en los siguientes capítulos, el análisis del condicionamiento instrumental implica numerosos factores y variables. Sin embargo, la esencia de la conducta instrumental consiste en que es controlada por sus consecuencias. Por lo tanto, el condicionamiento instrumental involucra fundamentalmente tres elementos: la respuesta instrumental, el resultado de la respuesta (el reforzador) y la relación de contingencia entre la respuesta y el resultado. En el resto del capítulo, se describirá la forma en que cada uno de esos elementos influye en el curso del condicionamiento instrumental.

La respuesta instrumental

El resultado de los procedimientos de condicionamiento instrumental depende en parte de la naturaleza de la respuesta que está siendo condicionada. Algunas respuestas son más sencillas de modificar que otras. En el capítulo 10 se describirá cómo influye la naturaleza de la respuesta en el resultado de los procedimientos de reforzamiento negativo (**evitación**) y de castigo. En la presente sección se describe la manera en que la naturaleza de la respuesta determina los resultados de los procedimientos de reforzamiento positivo.

Variabilidad conductual contra estereotipia

En su descripción de la conducta instrumental, Thorndike hizo alusión al *estampado* de una asociación E-R. Skinner escribió que la conducta era *reforzada* o fortalecida. Ambos hicieron énfasis en que el reforzamiento incrementa la probabilidad de que la conducta instrumental se repita en el futuro. Este énfasis apoyó la creencia de que el condicionamiento instrumental produce repeticiones de la misma respuesta, es decir, que produce uniformidad o estereotipia en la conducta. Se desarrolla una respuesta cada vez más estereotipada si eso es lo que permite o requiere el procedimiento de condicionamiento instrumental (Pisacreta, 1982; Schwartz, 1980, 1985, 1988). Sin embargo, eso no significa que no pueda utilizarse el condicionamiento instrumental para producir respuestas creativas o variables.

Estamos habituados a pensar en que el requisito para el reforzamiento sea una acción observable, como el movimiento de la pierna, el torso o la mano de un individuo. No obstante, lo curioso es que los criterios para el reforzamiento pueden definirse en términos de dimensiones más abstractas de la conducta, como su novedad. La conducta requerida para el reforzamiento puede definirse como hacer algo nuevo, algo diferente a lo que el participante hizo en los cuatro o cinco ensayos previos (Neuringer, 2004). Para cumplir con este requisito, el participante tiene que mostrar un desempeño diferente en cada ensayo. En dicho procedimiento, la *variabilidad de la respuesta* es la base para el reforzamiento instrumental.

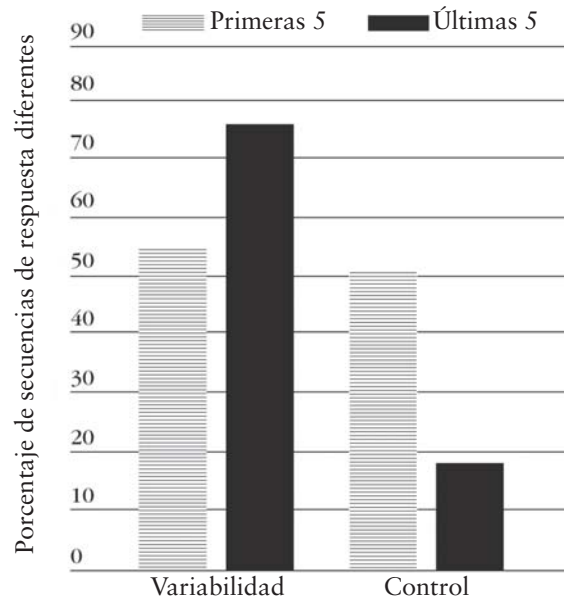
En un estudio clásico del condicionamiento instrumental de la variabilidad de la respuesta (Page y Neuringer, 1985), las palomas tenían que picotear dos teclas de respuesta en ocho ocasiones para obtener comida. Los ocho picoteos podían distribuirse entre las dos teclas de cualquier forma; las palomas podían dar todos los picoteos en la tecla izquierda o en la derecha, o podían alternar entre las teclas de diversas maneras (por ejemplo, dos picoteos en la izquierda, seguidos por uno en la derecha, uno en la izquierda, tres en la derecha y uno en la izquierda). Sin embargo, para obtener comida en un determinado ensayo, la secuencia de picoteos izquierda-derecha tenía que ser diferente del patrón de picoteos izquierda-derecha presentado por el ave en los 50 ensayos precedentes. Por consiguiente, durante 50 ensayos las palomas tenían que generar patrones novedosos de picoteos izquierda-derecha sin repetir ningún patrón. En una condición control, se proporcionaba comida con la misma frecuencia por ocho picoteos, sin importar la secuencia de picoteos en las teclas derecha o izquierda. En la condición control las palomas no tenían que generar secuencias novedosas de respuesta.

En la figura 5.8 se presenta una muestra de los resultados del experimento en términos del porcentaje de secuencias de respuesta desempeñadas en cada sesión que fueran diferentes entre sí. Para cada grupo se presentan por separado los re-



A. Neuringer

Cortesía de A. Neuringer

**FIGURA 5.8**

Porcentaje de nuevas secuencias de respuesta izquierda-derecha desempeñadas por las palomas cuando se requería variabilidad de las secuencias de respuesta para obtener reforzamiento alimenticio (izquierda) y cuando el alimento se proporcionaba sin importar la secuencia de respuesta realizada (derecha). Se muestran los datos para las primeras y las últimas cinco sesiones de cada procedimiento. (Tomado de "Variability as an Operant", de S. Page y A. Neuringer, 1985. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 11, 249-452. Derechos reservados © 1985 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

sultados de los primeros y últimos cinco días. Alrededor de 50% de las secuencias de respuesta realizadas diferían entre sí durante las primeras cinco sesiones para cada grupo. Cuando el procedimiento de condicionamiento instrumental requirió variabilidad de la respuesta, ésta se incrementó en cerca de 75% para los últimos cinco días del entrenamiento. En contraste, en la condición control, cuando se reforzaba a las palomas sin importar la secuencia de picoteos izquierda-derecha que realizaban, la variabilidad en las secuencias realizadas disminuyó a menos de 20% para los últimos cinco días del experimento.

Este estudio ilustra dos hechos interesantes acerca del condicionamiento instrumental. Primero, demuestra que el reforzamiento puede incrementar la variabilidad de la respuesta, por lo que ésta puede establecerse como una operante (véanse también los trabajos de Machado, 1989, 1992; Maes, 2003; Morgan y Neuringer, 1990; Wagner y Neuringer, 2006). Los resultados también muestran que si la variabilidad no se refuerza de manera explícita, la respuesta se vuelve más estereotipada conforme avanza el condicionamiento instrumental. A medida que progresaba el entrenamiento, las palomas de la condición control disminuyeron la variabilidad de las diferentes secuencias de respuesta que realizaban. Por consiguiente, Thorndike y Skinner estaban en lo correcto al decir que la respuesta se vuelve más estereotipada con el condicionamiento instrumental continuo. Sin embargo, esto no es un resultado inevitable y sólo ocurre si no hay el requisito de variar la conducta de un ensayo a otro.

RECUADRO 5.3

Efectos perjudiciales de la recompensa: más mito que realidad

El uso de los procedimientos de reforzamiento se ha vuelto común en los ambientes educativos como una forma de motivar a los estudiantes a leer y hacer sus tareas. Sin embargo, suele ser preocupante que el reforzamiento pueda en realidad socavar la disposición y el interés intrínsecos del niño para realizar una tarea una vez que se retire el procedimiento de reforzamiento. Se han presentado preocupaciones similares acerca de posibles efectos nocivos del reforzamiento en la creatividad u originalidad. La investigación exhaus-

tiva de esas cuestiones ha arrojado resultados poco congruentes. No obstante, meta-análisis más recientes de los resultados de numerosos estudios indicaron que, en la mayor parte de las circunstancias, el reforzamiento no reduce la motivación intrínseca o el desempeño (Cameron, Banko y Pierce, 2001; Cameron y Pierce, 1994). La investigación con niños también indicó que el reforzamiento hace que éstos respondan con menos originalidad sólo en circunstancias limitadas (consulte los trabajos de Eisenberger y Ca-

meron, 1996; Eisenberger y Shanock, 2003). Igual que en los experimentos con palomas y ratas de laboratorio, el reforzamiento puede incrementar o disminuir la originalidad, dependiendo del criterio para el reforzamiento. Si se requiere una gran originalidad de las respuestas para obtener el reforzamiento, se incrementa la originalidad, siempre y cuando el reforzador no sea tan notorio como para distraer al participante de la tarea. (Stokes, 2006, presenta una revisión más general de la creatividad).

Relevancia o pertinencia en el condicionamiento instrumental

Como se mostró en la sección precedente, el condicionamiento instrumental puede actuar sobre los componentes de la respuesta o sobre dimensiones abstractas de la conducta, como la variabilidad. ¿Hasta dónde se extienden esos principios? ¿Existe algún límite sobre los tipos de nuevas unidades conductuales o dimensiones de la respuesta que pueden ser modificadas por el condicionamiento instrumental? Cada vez es mayor la evidencia que indica la existencia de limitaciones importantes.

En el capítulo 4 se describió que el condicionamiento clásico ocurre a tasas diferentes dependiendo de la combinación usada de estímulos condicionado e incondicionado. Por ejemplo, a las ratas se les hace fácil aprender asociaciones entre sabores y enfermedad, pero no les resulta tan sencillo aprender asociaciones entre sabores y descargas eléctricas. Para que el condicionamiento ocurra con rapidez, el EC tiene que ser pertinente o relevante para el EI. En el condicionamiento instrumental ocurren relaciones análogas de pertinencia y relevancia. Como comentaron recientemente Jozefowicz y Staddon (2008), “una conducta no puede ser reforzada por un reforzador si no está ligada naturalmente a ese reforzador en el repertorio del animal” (p. 78).

Este tipo de conexión fue observado primero por Thorndike. En muchos de sus experimentos en la caja problema, el gato tenía que manipular un cerrojo o una cuerda para escapar de la caja. Sin embargo, Thorndike también intentó que los gatos rasguñaran o bostezaran para salir de la caja problema. Aunque los gatos podían aprender a emitir esas respuestas, curiosamente, su forma cambiaba a medida que avanzaba el condicionamiento. Al principio el gato se rasguñaba de manera vigorosa para así poder salir de la caja, pero en los ensayos posteriores sólo hacía movimientos *inconclusos* de rasguñar. Ponía su pata sobre su cuerpo, pero no emitía una verdadera respuesta de rasguño. Se observaron resultados similares en los intentos por condicionar el bostezo. Conforme avanzaba el entrenamiento, el animal abría la boca, pero no presentaba un bostezo auténtico.

Thorndike utilizó el término **pertinencia** para explicar el fracaso para entrenar los rasguños y bostezos. Según este concepto, ciertas respuestas son naturalmente *pertinentes* para el reforzador debido a la historia evolutiva del animal. Operar

un cerrojo y jalar una cuerda son respuestas de manipulación que se relacionan de manera natural con la liberación del confinamiento. En consecuencia, rasguñar y bostezar por lo general no ayudan a los animales a escapar del confinamiento, por lo que no son *pertinentes para* la liberación de una caja problema.

El concepto de pertinencia en el condicionamiento instrumental es muy bien ilustrado por un estudio más reciente que incluye a una especie de pequeños peces, el espinoso de tres espinas (*Gasterosteus aculeatus*). Cada primavera, durante la estación de apareamiento los machos establecen territorios en los que cortejan a las hembras pero ahuyentan y combaten a otros machos. Sevenster (1973) utilizó la presentación de otro macho o de una hembra como reforzador en el condicionamiento instrumental de espinosos macho. En un grupo de peces, se requería que mordieran una varilla para obtener acceso al reforzador. Cuando el reforzador era otro macho, se incrementaba la conducta de morder; el acceso a otro macho era un reforzador eficaz para la respuesta de morder. En contraste, morder no se incrementaba cuando se le reforzaba con la presentación de una hembra. No obstante, la presentación de una hembra era un reforzador eficaz para otras respuestas, como cruzar a nado un anillo. Morder es pertinente para la respuesta territorial y puede ser reforzado con la presentación de un rival potencial. En consecuencia, morder no es *pertinente para* la presentación de una hembra, que por lo general no provoca agresión sino cortejo.

Las dificultades de Thorndike en el condicionamiento de los rasguños y bostezos no tuvieron mucho impacto en la teoría de la conducta hasta que Breland y Breland (1961) documentaron ejemplos adicionales de mala conducta. Los Breland iniciaron un negocio para entrenar animales a fin de realizar divertidas cadenas de respuestas y hacer presentaciones en parques de diversiones y zoológicos. En el curso de su trabajo, observaron cambios conductuales notables que no eran congruentes con los procedimientos de reforzamiento que estaban utilizando. Por ejemplo, describieron a un mapache que era reforzado por recoger una moneda y depositarla en una alcancía.

Empezamos reforzándolo por recoger una sola moneda. Luego se introdujo el recipiente de metal, con el requisito de que dejara caer la moneda en su interior. Aquí nos topamos con la primera dificultad: al mapache parecía resultarle muy difícil soltar la moneda. La frotaba contra la parte interior del recipiente, la sacaba y la agarraba firmemente por varios segundos. Sin embargo, finalmente la soltaba y recibía el reforzador alimenticio. Luego la contingencia final; [exigimos] que recogiera [dos] monedas y que las depositara en el recipiente.

Ahora el mapache estaba en verdaderos problemas (¡y también nosotros!). No sólo no podía soltar las monedas, sino que pasaba segundos, incluso minutos, frotándolas (de una manera mezquina) y metiéndolas al recipiente. Llevó esta conducta a tal extremo que la aplicación práctica que teníamos en mente (una presentación en la que aparecía un mapache depositando dinero en una alcancía de cochinito) simplemente no era factible. A pesar del reforzamiento, la conducta de frotar empeoraba cada vez más a medida que pasaba el tiempo (p. 682).

Tomado de “The Misbehavior of Organisms”, por K. Breland y M. Breland, 1961, en *American Psychologist*, 16, 682.

Los Breland enfrentaron dificultades similares con otras especies. Por ejemplo, tampoco los cerdos podían aprender a depositar monedas en una alcancía de cochinito. Después del entrenamiento inicial, empezaron a hozar las monedas en el piso. Los Breland llamaron **arraastre instintivo** al desarrollo de dichas respuestas. Como



M. Breland-Bailey



Los mapaches son hábiles para hacer ciertas cosas, como abrir un paquete, pero es difícil condicionarlos a depositar monedas en un recipiente para obtener reforzamiento alimenticio.

lo implica el término, las respuestas adicionales que se desarrollaron en esas situaciones de reforzamiento alimenticio eran actividades que los animales realizan de manera instintiva cuando obtienen comida. Los cerdos hozan el suelo en conexión con la alimentación, mientras que los mapaches frotan y sumergen los objetos relacionados con la comida. Evidentemente, esas respuestas naturales relacionadas con la comida eran muy fuertes y competían con las respuestas requeridas por los procedimientos de entrenamiento. Los Breland hicieron énfasis en que dichas tendencias instintivas de respuesta tienen que considerarse en el análisis de la conducta.

Sistemas de conducta y restricciones en el condicionamiento instrumental

Las limitaciones de respuesta sobre el condicionamiento instrumental que se describieron arriba son congruentes con la teoría de los sistemas de conducta. En el capítulo 4 se describió esta teoría en los análisis sobre la naturaleza de la respuesta condicionada (consulte los trabajos de Timberlake, 2001; Timberlake y Lucas, 1989). De acuerdo con la teoría de sistemas de conducta, cuando un animal es privado de comida y se encuentra en una situación en que podría encontrarla, se activa su sistema de alimentación y empieza a realizar actividades de forrajeo y otras actividades relacionadas con el alimento. Un procedimiento de condicionamiento instrumental se sobrepone a este sistema de conducta. La eficacia del procedimiento para incrementar la respuesta instrumental dependerá de la compatibilidad de esa respuesta con la organización preexistente del sistema de alimentación. Más todavía, la naturaleza de otras respuestas que surgen en el curso del entrenamiento (o arrastre instintivo) dependerán de los componentes conductuales del sistema de alimentación que son activados por el procedimiento de condicionamiento instrumental.

De acuerdo con el enfoque de los sistemas de conducta, deberíamos ser capaces de predecir qué respuestas se incrementarán con el reforzamiento alimenticio estudiando lo que hacen los animales cuando su sistema de alimentación es activado en ausencia del condicionamiento instrumental. Esta predicción fue confirmada. En un estudio con hámsteres, Shettleworth (1975) encontró que la privación de comida disminuye la probabilidad de realizar conductas de acicalamiento, como lavarse la cara y rascarse, pero incrementa la probabilidad de actividades dirigidas al ambiente, como excavar, rasguñar una pared (escarbar) y pararse sobre las patas traseras. Esos resultados sugieren que las respuestas de acicalamiento (lavarse la cara y rascarse) no forman parte de los sistemas de



S. J. Shettleworth

alimentación activados por el hambre, cosa que sí sucede con excavar, escarbar y erguirse. Dados esos hallazgos, la teoría de los sistemas de conducta predice que el reforzamiento alimenticio debería producir incrementos en las conductas de excavar, escarbar y erguirse, pero no en las conductas de lavarse la cara y rascarse. Este patrón de resultados es justamente lo que se ha observado en estudios del condicionamiento instrumental (Shettleworth, 1975). Por consiguiente, la susceptibilidad de varias respuestas al reforzamiento alimenticio puede anticiparse a partir de la forma en que esas respuestas son modificadas por la privación de comida, lo cual se supone que refleja su compatibilidad con el sistema de alimentación.

Como vimos en el capítulo 4, otra forma de determinar si una respuesta forma parte de un sistema de conducta es realizar un experimento de condicionamiento clásico. A partir del condicionamiento clásico, un EC llega a provocar componentes del sistema de conducta activado por el EI. Si el *arrastre instintivo* refleja respuestas del sistema de conducta, en el experimento de condicionamiento clásico deberían hacerse evidentes respuestas relacionadas con el arrastre instintivo. Timberlake y sus colaboradores (consulte los trabajos de Timberlake, 1983; Timberlake, Wahl y King, 1982), probaron esta predicción con ratas en una modificación de los estudios de manipulación de monedas realizados por Breland y Breland.

En lugar de una moneda, el aparato utilizado por Timberlake, Wahl y King (1982) lanzaba al inicio de cada ensayo un balón en la cámara experimental. El piso de la cámara estaba inclinado de modo que el balón rodara de un extremo a otro y saliera por un hoyo. En una condición experimental, las ratas tenían que hacer contacto con el balón para obtener comida. Una segunda condición era un procedimiento de condicionamiento clásico: se proporcionaba la comida después que el balón rodaba por la cámara, sin importar si la rata lo tocaba o no. En congruencia con la perspectiva de los sistemas de conducta, en ambos procedimientos las ratas llegaron a tocar y manipular el balón en lugar de dejarlo rodar hacia el agujero. Algunos animales lo levantaban, se lo llevaban a la boca, lo llevaban al otro extremo de la cámara, se sentaban y lo mordisqueaban. Esas respuestas se asemejan al *arrastre instintivo* observado por los Breland. Los resultados indican que tocar y manipular el balón son manifestaciones del sistema de conducta de alimentación de las ratas. El arrastre instintivo representa la intrusión de respuestas apropiadas para el sistema de conducta activado en el curso del condicionamiento instrumental. (Domjan, 2008, presenta una revisión reciente de las restricciones de la respuesta en el condicionamiento instrumental.)

El reforzador instrumental

Varios aspectos del reforzador determinan sus efectos sobre el aprendizaje y desempeño de la conducta instrumental. Primero consideraremos los efectos directos de la cantidad y calidad de un reforzador en la conducta instrumental. Luego se verá la forma en que la respuesta por una determinada cantidad y tipo de recompensa depende de la experiencia previa del organismo con otros reforzadores.

Cantidad y calidad del reforzador

La cantidad y la calidad de un reforzador son variables obvias que se esperaría que determinaran la efectividad del reforzamiento positivo. Es claro que así es en el extremo. Si un reforzador es muy pequeño y de mala calidad, no logrará incrementar la respuesta instrumental. Además, estudios conducidos en corre-

dores rectos por lo general muestran mayor rapidez de la carrera con reforzadores más grandes y más agradables (consulte la revisión hecha por Mackintosh, 1974). Sin embargo, los resultados son más complicados en las situaciones de operante libre. Por ejemplo, considere a una rata que recibe el suministro semanal de comida luego de dar una respuesta en la palanca. Es poco probable que un reforzador tan grande aliente el palanqueo frecuente. Los efectos de la calidad y la cantidad del reforzamiento frecuentemente dependen de factores como la cantidad de respuestas que se requieren por cada reforzador.

Uno de los participantes en un estudio reciente de los efectos de la cantidad del reforzamiento fue Chad, un niño de cinco años (Trosclair-Lasserre *et al.*, 2008). Aunque se le había diagnosticado autismo, podía comunicarse de manera eficiente por medio del habla. La evaluación preliminar indicó que la atención social era un reforzador efectivo para Chad. La atención consistía en elogios, cosquillas, abrazos, canciones, cuentos y juegos interactivos. La respuesta instrumental consistía en presionar un botón el tiempo necesario para producir un clic audible. La magnitud del reforzador se manipuló para proporcionar duraciones diferentes de la atención (10, 105 o 120 segundos). Una prueba preliminar había establecido que Chad prefería reforzadores de 120 segundos a los de sólo 10 segundos.

Se utilizó un programa de reforzamiento de razón progresiva para evaluar los efectos de la magnitud del reforzador sobre la respuesta instrumental. En el capítulo 6 se describirán, con mayor detalle, los programas de reforzamiento; por ahora, es suficiente decir que en un programa de razón progresiva el participante tiene que emitir cantidades cada vez mayores de respuestas para obtener el reforzador. Al inicio de cada sesión, Chad sólo tenía que presionar una vez el botón para ser reforzado, pero a medida que la sesión avanzaba, se incrementaba de manera progresiva el número de presiones del botón que se requerían por cada reforzador (de ahí el nombre de programa de *razón progresiva*). El requisito de respuesta aumentó de una presión a 2, 5, 10, 20, 30 y, por último, 40 presiones por reforzador.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 5.9 en términos del número de veces que Chad obtuvo cada reforzador como función de cuántas veces tuvo que presionar el botón. Como era de esperarse, incrementar el número de presiones requeridas tenía como resultado que se obtenían menos reforzadores en las tres magnitudes del reforzador. Aumentar el requisito de respuesta

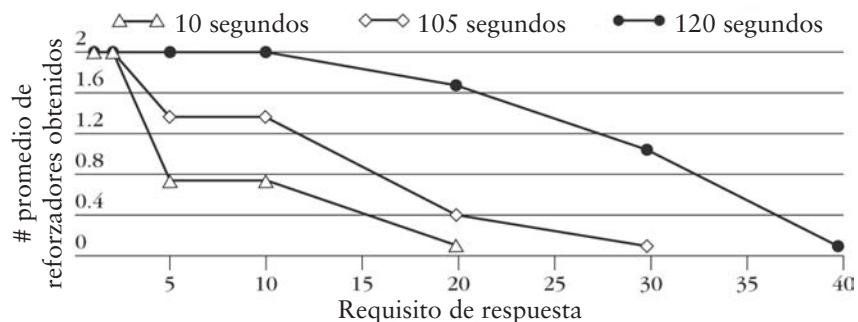


FIGURA 5.9

Número promedio de reforzadores obtenidos por Chad en cada sesión a medida que el requisito de respuesta aumentaba de 1 a 40. (Con cada requisito de respuesta, el máximo posible era de dos reforzadores por sesión.) Advierta que cuando se incrementó el requisito de respuesta, éste se mantuvo de manera mucho más eficiente cuando la duración del reforzador era 120 segundos. (Tomado de Trosclair-Lasserre *et al.*, [2008], figura 3, página 215.).

de 1 a 20 respuestas produjo una rápida caída en la cantidad de reforzadores obtenidos si el reforzador era de 10 segundos. La disminución fue menos evidente si el reforzador era de 105 segundos. Cuando el reforzador era de 120 segundos, el decremento no fue evidente sino hasta que el requisito de respuesta se elevó de 30 a 40 presiones del botón por cada reforzador. Por consiguiente, el reforzador más largo fue mucho más eficaz para mantener la respuesta instrumental.

También se ha encontrado que la magnitud del reforzador es un factor importante en los programas de vales para el reforzamiento de la abstinencia en el tratamiento del trastorno por consumo de drogas. Individuos dependientes de la cocaína, metanfetamina, opiáceos o a otras drogas han sido tratados con éxito en programas basados en los principios del condicionamiento instrumental (Higgins, Silverman y Heil, 2008). En esos programas la respuesta objetivo es la ausencia de consumo verificada por pruebas toxicológicas realizadas dos o tres veces por semana. El reforzamiento se proporciona en forma de vales que pueden ser canjeados por dinero. Un meta-análisis reciente de estudios sobre el éxito de los programas de reforzamiento con vales indicó que la magnitud del reforzador contribuía de manera significativa a la abstinencia (Lussier *et al.*, 2006). Estudios en que los individuos podían obtener recompensas de 10 dólares diarios por permanecer limpios de drogas demostraron mayor éxito para alentar la abstinencia que otros estudios en que se usaban pagos menores. También resultó importante proporcionar el reforzamiento poco después de la evidencia de abstinencia. Recibir el pago inmediatamente después del examen toxicológico fue más eficaz que recibirlo uno o dos días más tarde. Más adelante habrá más que decir respecto a la importancia del reforzamiento inmediato.

Cambios en la calidad o cantidad del reforzador

La eficacia de un reforzador no sólo depende de su calidad y cantidad sino también de lo que el sujeto recibió antes. Si un adolescente recibe una mesada de \$25 dólares a la semana, una disminución a \$10 dólares puede ser una gran decepción. Pero, si nunca recibió \$25 dólares semanales, una mesada de \$10 dólares parecería adecuada. Como sugiere este ejemplo, la eficacia de un reforzador no sólo depende de sus propiedades, sino también de cómo se compara ese reforzador con otros que el sujeto experimentó en el pasado reciente.

En el capítulo 4 vimos que la efectividad de un EI en el condicionamiento clásico depende de cómo se compara el EI con las expectativas del individuo, basadas en la experiencia previa. Esta idea es el fundamento del modelo de Rescorla y Wagner. Si el EI es más grande (o más intenso) de lo que se espera, apoyará el condicionamiento excitatorio. En contraste, si es más pequeño (o más débil) de lo esperado, el EI apoyará el condicionamiento inhibitorio. En el condicionamiento instrumental ocurren efectos análogos. Numerosos estudios han demostrado que los efectos de una cantidad y tipo particular de reforzador dependen de la cantidad y calidad de los reforzadores que el individuo experimentó previamente (Flaherty, 1996, ofrece una revisión exhaustiva). En términos generales, una recompensa grande se considera especialmente buena después del reforzamiento con una recompensa pequeña, y una recompensa pequeña se considera especialmente mala después del reforzamiento con una recompensa grande.

Crespi (1942) fue el primero en describir los efectos del cambio en la cantidad de la recompensa. Los resultados básicos también son bien ilustrados por un expe-



C. F. Flaherty

rimento realizado por Mellgren (1972) con cuatro grupos de ratas en un corredor. Durante la fase 1, dos de los grupos recibieron una recompensa pequeña (P: dos bolitas de comida) cada vez que llegaban al final del corredor. Los otros dos grupos recibieron una recompensa grande (G: 22 bolitas de comida) por cada carrera por el corredor. (La entrega de la comida siempre se demoró durante 20 segundos después que las ratas llegaban al extremo del corredor para que corrieran a su máxima velocidad.) Después de 11 ensayos de entrenamiento en la fase 1, un grupo de ratas con cada cantidad de recompensa fue cambiado a la cantidad alternativa. De este modo, algunas ratas fueron cambiadas de la recompensa pequeña a la grande (P-G) y otras fueron cambiadas de la recompensa grande a la pequeña (G-P). Los otros dos grupos siguieron recibiendo en la fase 2 la misma cantidad de recompensa que obtuvieron en la fase 1. (Esos grupos se designaron como G-G y P-P).

La figura 5.10 resume los resultados. Al final de la fase 1, los animales que recibieron la recompensa mayor corrieron un poco, pero no significativamente, más rápido que las ratas que recibieron la recompensa pequeña. En los grupos que en la fase 2 siguieron recibiendo la misma cantidad de recompensa que en la fase 1 (los grupos G-G y P-P), no hubo mucho cambio en el desempeño instrumental durante la fase 2. En contraste, en los grupos que experimentaron cambios en la magnitud de la recompensa se observaron desviaciones significativas respecto a la línea base de la carrera. Las ratas que cambiaron de la recompensa grande a la pequeña (G-P) disminuyeron con rapidez la velocidad de su carrera

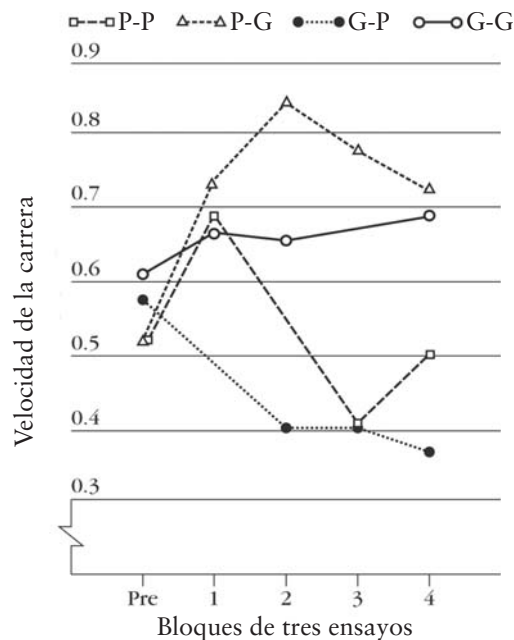


FIGURA 5.10

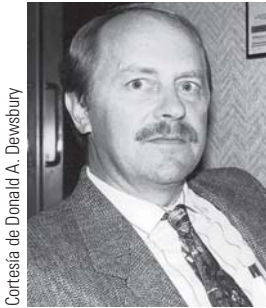
Velocidad de la carrera de cuatro grupos de ratas en bloques de tres ensayos. El bloque "previo" representa la velocidad de la carrera al final de la fase 1. Los bloques 1-4 representan la velocidad de la carrera en la fase 2. Al inicio de la fase 2, los grupos P-G y G-P experimentaron un cambio en la cantidad de la recompensa, de pequeña a grande y de grande a pequeña cada uno. Los grupos P-P y G-G recibieron recompensas pequeñas y grandes, cada uno, durante todo el experimento. (Tomado de "Positive and Negative Contrasts Effects Using Delayed Reinforcements", de R. L. Mellgren, 1972, *Learning and Motivation*, 3, p. 185-193. Derechos reservados © 1972 por Academic Press. Reproducido con autorización de Elsevier.)

mientras que las otras, que fueron cambiadas de la recompensa pequeña a la grande (grupo P-G), aumentaron muy pronto su velocidad de carrera.

El hallazgo más importante fue que después de un cambio en la magnitud de la recompensa, la velocidad de la carrera no fue determinada del todo por la magnitud de la nueva recompensa. Más bien, la respuesta a la nueva recompensa dependía de la experiencia con una recompensa de magnitud contrastante. Las ratas que fueron cambiadas de una recompensa pequeña a una grande (P-G) corrieron más rápido por la recompensa grande que las que siempre recibieron esa recompensa (grupo G-G). De la misma manera, las que fueron cambiadas de una recompensa grande a una pequeña (grupo G-P) corrieron con mayor lentitud por la recompensa pequeña que las que siempre recibieron la recompensa pequeña (grupo P-P).

Los resultados obtenidos por Mellgren ilustran los fenómenos de contraste positivo y negativo sucesivos. El **contraste positivo** se refiere a la respuesta elevada por una recompensa favorable que resulta de la experiencia previa con un resultado menos atractivo. En términos más informales, la recompensa favorable parece especialmente buena para los individuos que antes experimentaron malos resultados. El **contraste negativo** se refiere a la disminución de la respuesta por una recompensa pequeña debido a la experiencia previa con un resultado más favorable. En este caso, la recompensa pequeña parece especialmente mala para los individuos que antes experimentaron una recompensa mejor.

La investigación reciente demuestra que los fenómenos de contraste conductual pueden explicar una larga paradoja en los trabajos publicados sobre el abuso de drogas. La paradoja surge de dos hallazgos aparentemente conflictivos. El primero es que las drogas de abuso, como la cocaína, apoyarán el condicionamiento de una preferencia de lugar en animales de laboratorio. Las ratas que reciben cocaína en una cámara distintiva elegirán esa área a un lugar en el que no recibieron la droga. Esto sugiere que la cocaína es reforzante. El hallazgo conflictivo muestra que las ratas que reciben una solución de sacarina para beber antes de recibir la cocaína llegan a suprimir el consumo de sacarina. Por consiguiente, la cocaína puede condicionar una aversión al sabor aunque parece ser reforzante en el condicionamiento de preferencia de lugar. Grigson y sus colaboradores llevaron a cabo una serie de estudios que sugieren que la aversión a la sacarina condicionada por la cocaína refleja un efecto anticipatorio de contraste (Grigson *et al.*, 2008). Debido a que la cocaína es altamente reforzante y ocurre después de la exposición a la sacarina, el sabor de la sacarina pierde su valor hedónico en anticipación del valor hedónico mucho mayor de la cocaína. Este tipo de contraste negativo puede explicar la razón por la que los dependientes a la cocaína obtienen tan poca satisfacción de reforzadores convencionales (como una deliciosa comida) que otros disfrutan de manera cotidiana.



Cortesía de Donald A. Dewsbury

R. L. Mellgren

La relación entre respuesta y reforzador

La característica de la conducta instrumental es que ésta produce consecuencias y es controlada por ellas. En algunos casos hay una fuerte relación entre lo que hace una persona y las consecuencias que le siguen. Si usted deposita dinero en una máquina expendedora de refrescos, obtendrá una lata de refresco. Siempre que la máquina esté funcionando, recibirá su lata de refresco cada vez que deposite el dinero requerido. En otros casos, no existe relación entre la conducta y un resultado. Usted puede ponerse su sombrero de la suerte cuando presenta un examen y obtener una buena calificación, pero la nota obtenida no debería tener

una relación causal con lo que estaba usando. La relación entre la conducta y sus consecuencias también puede ser probabilística. Por ejemplo, tal vez tenga que marcar varias veces el teléfono antes de poder hablar con un amigo.

Las personas y otros animales realizan una corriente continua de respuestas y encuentran todo tipo de eventos ambientales. Uno siempre está haciendo algo, aunque sea estar sentado, y las cosas suceden continuamente en su ambiente. Algunas de las cosas que usted hace tienen consecuencias, otras no. No tiene sentido que se esfuerce para hacer que salga el Sol cada mañana, pues eso sucederá de cualquier manera. Más bien, debería dedicar su energía a preparar el desayuno o a trabajar para recibir un sueldo, cosas que no sucederán sin su esfuerzo. Para ser eficiente, tiene que saber cuándo tiene que hacer algo para obtener un reforzador y cuándo es probable que reciba el reforzador independientemente de sus acciones. La conducta instrumental eficiente requiere que se sea sensible a la relación entre respuesta y reforzador.

De hecho existen dos tipos de relaciones entre una respuesta y un reforzador. Una es la **relación temporal**, que se refiere al tiempo entre la respuesta y el reforzador. Un caso especial de relación temporal es la **contigüidad temporal**, que se refiere a la entrega del reforzador inmediatamente después de la respuesta. El segundo tipo de relación entre una respuesta y el reforzador es la **relación causal** o **contingencia entre respuesta y reforzador**. Ésta se refiere al grado en que la respuesta instrumental es necesaria y suficiente para la presentación del reforzador.

Los factores temporales y causales son independientes uno del otro. Una relación temporal fuerte no requiere de una causal fuerte y viceversa. Por ejemplo, existe una relación causal fuerte entre entregar una solicitud de admisión a la universidad y ser aceptado (si no hace la solicitud no puede ser aceptado). Sin embargo, la relación temporal entre hacer la solicitud y ser admitido es débil: quizá no sepa la respuesta a su solicitud durante semanas (incluso meses), después de haberla presentado.

Efectos de la relación temporal

Tanto la sabiduría popular como la evidencia experimental nos dicen que el reforzamiento inmediato es preferible al reforzamiento demorado (Williams, 2001). Además, desde el trabajo pionero de Grice (1948), los psicólogos del aprendizaje han enfatizado con acierto que el condicionamiento instrumental requiere que el reforzador se entregue inmediatamente después de que ocurre la respuesta instrumental. Grice reportó que el aprendizaje instrumental puede verse obstaculizado por demoras de incluso 0.5 segundos. Investigaciones más recientes indican que el condicionamiento instrumental es posible incluso con demoras de 30 segundos (Critchfield y Lattal, 1993; Lattal y Gleeson, 1990; Lattal y Metzger, 1994; Sutphin, Byrne y Poling, 1998; Williams y Lattal, 1999). No obstante, se mantiene el hecho de que el reforzamiento inmediato es mucho más eficaz.

En la figura 5.11 se muestran los efectos del reforzamiento demorado en el aprendizaje de la respuesta de presionar una palanca por ratas de laboratorio (Dickinson, Watt y Griffiths, 1992). Cada vez que las ratas presionaban la palanca, estaba disponible una bolita de comida para ser entregada después de una demora fija. Para algunos sujetos la demora era corta (2-4 segundos), mientras que para otros era considerable (64 segundos). Si el sujeto presionaba de nuevo la palanca durante el intervalo de demora, la nueva respuesta tenía como resultado la entrega de otra bolita de comida después de la demora especificada. (En otros estudios se programó

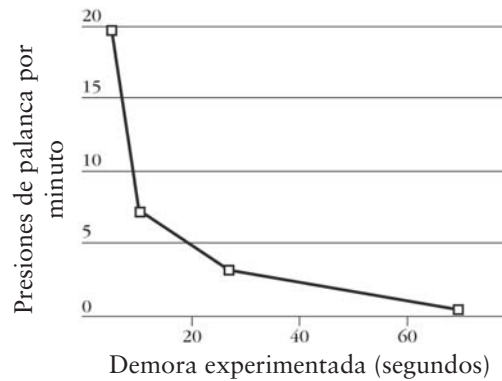


FIGURA 5.11

Efectos de la demora del reforzamiento en la adquisición de la presión de palanca en ratas. (Tomado de "Free-Operant Acquisition with Delayed Reinforcement" por A. Dickinson, A. Watt y W. J. H. Griffiths, 1992, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45B, pp. 241-258. Derechos reservados © 1992 por The Experimental Psychology Society. Reproducido con autorización).

que esas respuestas *adicionales* regresaran a cero el intervalo de demora.) La figura 5.11 muestra las tasas de respuesta como una función de la demora promedio del reforzamiento experimentado por cada grupo. La respuesta disminuyó con mucha rapidez con los incrementos en la demora del reforzamiento. En este experimento no se observó aprendizaje con una demora de 64 segundos.

¿A qué se debe que el condicionamiento instrumental sea tan sensible a la demora del reforzamiento? Hay varios factores que contribuyen. Uno surge del hecho de que una demora hace difícil saber a qué respuesta debe darse el crédito por el reforzador obtenido. Como señalé antes, la conducta es una corriente continua de actividades. Cuando se demora el reforzamiento después de una respuesta específica, R1, el participante no deja de hacer cosas. Después de realizar R1, el participante puede llevar a cabo R2, R3, R4, etc. Si el reforzador es producido por R1, pero no se entrega sino un tiempo más tarde, puede presentarse inmediatamente después de alguna otra respuesta, digamos R6. Para asociar R1 con el reforzador, el participante debe tener alguna forma de distinguir a R1 de las otras respuestas que realiza durante el intervalo de demora.

Hay algunas formas de superar este problema. La primera técnica, usada durante siglos por los adiestradores de animales y los entrenadores, consiste en proporcionar un reforzador secundario o condicionado inmediatamente después de la respuesta instrumental, incluso si el reforzador primario no puede entregarse sino algún tiempo más tarde. Un **reforzador secundario** o **condicionado** es un estímulo condicionado que se asoció previamente con el reforzador. Los mensajes verbales que se emplean en el entrenamiento (como "bien", "sigue así" y "así se hace") son reforzadores condicionados que pueden brindar reforzamiento inmediato por la conducta apropiada. Los buenos entrenadores y adiestradores de animales proporcionan constantemente esa retroalimentación verbal inmediata o reforzamiento condicionado. Los reforzadores condicionados pueden servir para llenar la demora entre la respuesta instrumental y la entrega del reforzador primario (Cronin, 1980; Winter y Perkins, 1982; Williams, 1991).

Otra técnica que facilita el aprendizaje con el reforzamiento demorado es *marcar* de alguna forma la respuesta instrumental objetivo para distinguir-



D. A. Lieberman

la de las otras actividades del organismo. El marcado puede lograrse mediante la introducción de una luz o un ruido breve durante la respuesta objetivo o levantando al sujeto para colocarlo en una caja de espera durante el intervalo de la demora. La eficacia del **procedimiento de marcado** fue demostrada inicialmente por David Lieberman y sus colaboradores (Lieberman, McIntosh y Thomas, 1979) y a partir de ahí ha sido confirmada en otros estudios (por ejemplo, Lieberman, Davidson y Thomas, 1985; Lieberman y Thomas, 1986; Thomas y Lieberman, 1990; Urcuioli y Kaspow, 1988).

En una variante del procedimiento de marcado, Williams (1999) comparó el aprendizaje de una respuesta de presión de palanca en tres grupos de ratas. En cada grupo el reforzador alimenticio se demoró 30 segundos después de una presión de la palanca. (Cualquier respuesta adicional de palanqueo era ignorada.) El grupo sin señal fue sometido a este procedimiento sin un estímulo marcador. En el grupo con marcador se presentó una luz durante cinco segundos justo después de cada presión de palanca. Para un tercer grupo de sujetos (llamado el grupo de *bloqueo*), la luz se presentó durante cinco segundos al final del intervalo de demora, justo antes de la entrega del alimento.

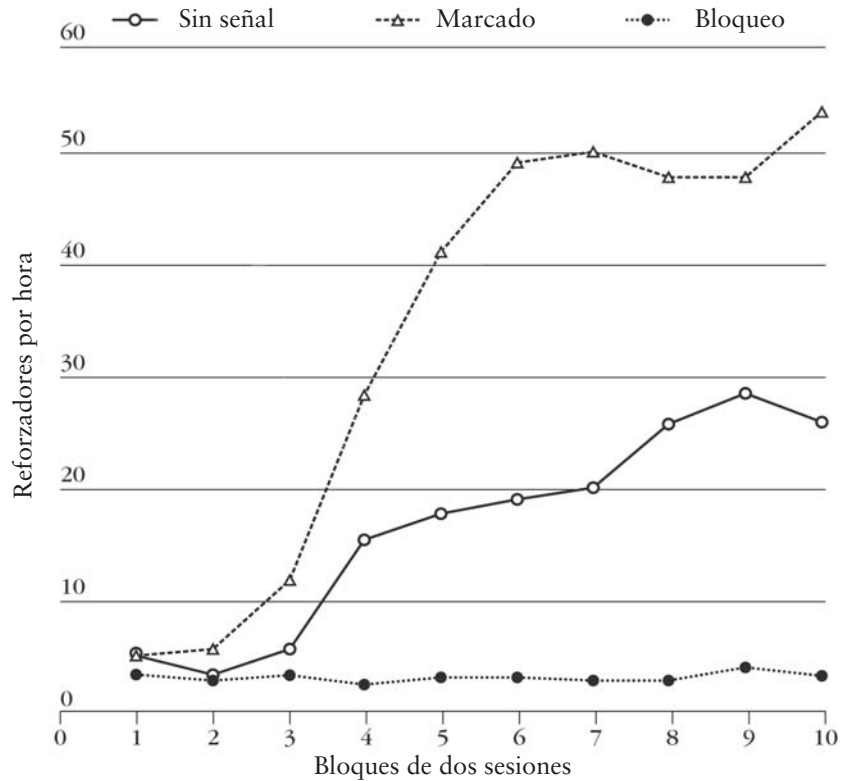
Los resultados del experimento se muestran en la figura 5.12. Las ratas del grupo sin señal mostraron poca respuesta durante los tres primeros bloques de dos ensayos y después de eso sólo obtuvieron niveles modestos de presión de la palanca. En contraste, el grupo con marcador demostró un aprendizaje mucho más sólido. Es claro que la introducción de una luz por unos segundos, justo después de cada respuesta de presión de palanca, facilitó considerablemente el aprendizaje con la demora del reforzamiento durante 30 segundos. Presentar la luz al final del intervalo, justo antes de la comida, tuvo el efecto contrario. Los sujetos del grupo de bloqueo nunca aprendieron la respuesta de presión de la palanca. Para ellos, la luz se asoció con la comida y este condicionamiento clásico bloqueó el condicionamiento de la respuesta instrumental. Este efecto de interferencia se relaciona con el efecto de bloqueo que se revisó en el capítulo 4 (en Williams, 2001, encontrará una revisión más detallada).

La contingencia entre respuesta y reforzador

Como ya se advirtió, la contingencia entre respuesta y reforzador se refiere al grado en que la entrega del reforzador depende de que antes haya ocurrido la respuesta instrumental. En estudios sobre la demora del reforzamiento, existe una relación causal perfecta entre la respuesta y el reforzador, pero el aprendizaje se ve obstaculizado. Esto demuestra que una relación causal perfecta entre la respuesta y el reforzador no es suficiente para producir una respuesta instrumental vigorosa. Incluso con una relación causal perfecta, el condicionamiento no ocurre si el reforzamiento se demora demasiado. Estos datos llevaron a los primeros investigadores a concluir que el factor fundamental para producir aprendizaje instrumental era la contigüidad, más que la contingencia, entre respuesta y reforzador. Sin embargo, esta opinión resultó ser incorrecta. La contingencia entre respuesta y reforzador también es importante.

Experimento de superstición de Skinner

Un experimento que resultó fundamental en el debate sobre el papel de la contigüidad frente a la contingencia en el aprendizaje instrumental es el de Skinner

**FIGURA 5.12**

Adquisición de la presión de palanca en ratas con una demora del reforzamiento durante 30 segundos. Para el grupo de marcado, se presentó una luz durante cinco segundos al inicio del intervalo de demora, justo después de la respuesta instrumental. Para el grupo de bloqueo la luz se presentó al final del intervalo de demora, justo antes de la entrega de la comida. (Tomado de Williams, 1999).

sobre la superstición (Skinner, 1948). Skinner colocó a palomas en cámaras experimentales separadas y preparó el equipo para que entregara un poco de comida cada 15 segundos sin importar lo que estuvieran haciendo las palomas. No era necesario que los animales picaran una tecla o realizaran cualquier otra respuesta particular para obtener la comida. Luego de algún tiempo, Skinner regresó para ver lo que hacían sus aves. La siguiente es una descripción de lo que vio:

En seis de los ocho casos las respuestas resultantes eran tan claramente definidas que dos observadores podían coincidir a la perfección en el conteo de los casos. Una paloma se condicionó a girar en sentido inverso a las manecillas del reloj, alrededor de la jaula, haciendo dos o tres giros entre reforzamientos. Otra atacaba con la cabeza una de las esquinas superiores de la caja. La tercera desarrolló una respuesta de sacudida, como si colocara la cabeza debajo de una barrera invisible y la levantara de manera repetida. (p. 168.)

Las palomas parecían estar respondiendo como si su conducta controlara la entrega del reforzador cuando, en realidad, la comida se proporcionaba independientemente de la conducta. En consecuencia, Skinner denominó a este fenómeno **conducta supersticiosa**.

La explicación de Skinner de la conducta supersticiosa se basa en la idea del **reforzamiento accidental** o **adventicio**, que se refiere al emparejamiento accidental de una respuesta con la entrega del reforzador. Los animales siempre están haciendo algo, incluso si no se requiere ninguna respuesta particular para obtener comida. Skinner sugirió que cualesquier respuesta que estuviese realizando un sujeto, justo antes de recibir comida gratuita, se fortalecería e incrementaría posteriormente su frecuencia debido al reforzamiento adventicio. Un emparejamiento accidental de una respuesta con el alimento aumenta la posibilidad de que ocurra la misma respuesta justo antes de la siguiente entrega de la comida. Un segundo emparejamiento accidental entre respuesta y reforzador aumenta todavía más la probabilidad de la respuesta. De este modo, cada emparejamiento accidental ayuda a fortalecer una respuesta particular. Después de un tiempo, la respuesta ocurrirá con la frecuencia suficiente para identificarse como conducta supersticiosa.

La interpretación que hizo Skinner de su experimento resultaba atractiva y era congruente con las perspectivas del reforzamiento que dominaban en esa época. Impresionados por los estudios sobre la demora del reforzamiento, los teóricos pensaban que la contigüidad temporal era el principal factor responsable del aprendizaje. El experimento de Skinner parecía apoyar esta opinión y sugería que no se requería una contingencia positiva entre respuesta y reforzador para el condicionamiento instrumental.

Reinterpretación del experimento de superstición

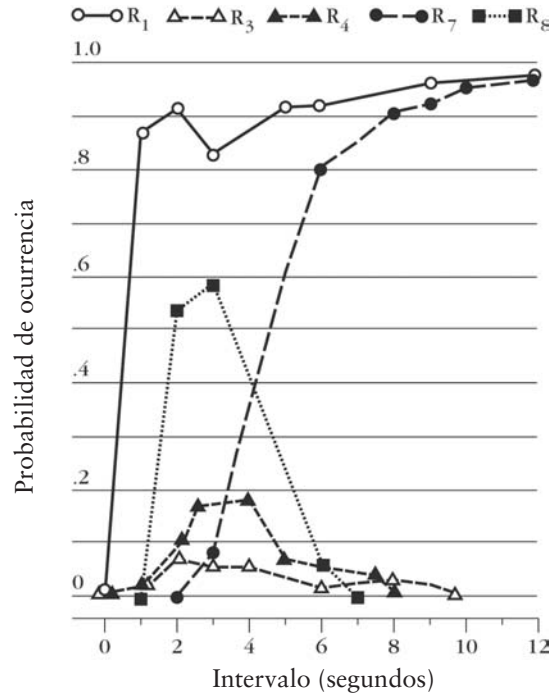
La audaz afirmación de Skinner de que la contigüidad entre respuesta y reforzador era más importante que la contingencia para el condicionamiento instrumental fue puesta en tela de juicio por la evidencia empírica posterior. En un estudio que se convirtió en un hito, Staddon y Simmelhag (1971) intentaron reproducir el experimento de Skinner, pero hicieron observaciones más amplias y sistemáticas. Definieron y midieron la incidencia de muchas respuestas, como la orientación hacia el comedero, el picoteo de la tecla de respuestas, el aleteo, girar en cuartos de círculo y el acicalamiento. Luego registraron la frecuencia de cada respuesta, de acuerdo al momento en que ocurrían durante el intervalo entre las sucesivas entregas gratuitas del alimento.

La figura 5.13 muestra los datos obtenidos por Staddon y Simmelhag para varias respuestas de una paloma. Es claro que algunas de las respuestas ocurrían sobre todo hacia el final del intervalo entre reforzadores sucesivos. Por ejemplo, era mucho más probable que R1 y R7 (orientación hacia el comedero y picoteo en la pared del comedero) ocurriesen al final del intervalo comida-comida que en otros momentos. Staddon y Simmelhag las denominaron **respuestas terminales**. Otras actividades aumentaban su frecuencia después de la entrega de la comida y posteriormente disminuían a medida que se acercaba la próxima entrega del alimento. Era más probable que las palomas realizaran R8 y R4 (desplazarse cerca de la pared del comedero y hacer cuartos de vuelta) en algún momento cercano a la mitad del intervalo entre entregas de la comida. Esas actividades se denominaron **respuestas interinas**.

Las actividades que eran respuestas terminales y las que eran respuestas interinas no variaban mucho de una paloma a otra. Más aún, Staddon y Simmelhag no encontraron evidencia de efectos del reforzamiento accidental. Las respuestas no



J. E. R. Staddon

**FIGURA 5.13**

Probabilidad de varias respuestas como función del tiempo entre entregas sucesivas de un reforzador alimenticio. R1 (orientarse hacia la pared del comedero) y R7 (picotear en la pared del comedero) son respuestas terminales que son más probables al final del intervalo entre entregas del alimento. R3 (picotear algo en el piso), R4 (dar un cuarto de vuelta) y R8 (desplazarse cerca de la pared del comedero) son respuestas interinas cuya probabilidad es mayor en algún momento cercano a la mitad del intervalo entre entregas de la comida. (Tomado de "The 'Superstition' Experiment: A Reexamination of Its Implications for the Principles of Adaptive Behavior", por J. E. R. Staddon y V. L. Simmelhag, 1971. *Psychological Review*, 78, pp. 3-43. Derechos reservados © 1971 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

siempre incrementaron su frecuencia porque hubiesen coincidido con la entrega de la comida. La entrega del alimento parecía influir sólo en la fuerza de las respuestas terminales, incluso en las fases iniciales del entrenamiento.

La investigación posterior ha arrojado mucha evidencia adicional en cuanto a que la presentación periódica de un reforzador produce regularidades conductuales tales como que ciertas respuestas predominan al final del intervalo entre presentaciones sucesivas de la comida y otras prevalecen al inicio del intervalo comida-comida (Anderson y Shettleworth, 1977; Innis, Simmelhag-Grant y Staddon, 1983; Silva y Timberlake, 1998). No se sabe con certeza por qué Skinner no observó dichas regularidades en su experimento. Una posibilidad es que se haya concentrado en aspectos diferentes de la conducta, de las distintas aves, en un esfuerzo por documentar que cada paloma respondía de una manera única. Por ejemplo, tal vez se enfocó en la respuesta terminal de un ave y en las respuestas interinas de otros. Los investigadores posteriores también advirtieron algunas variaciones en la conducta entre individuos pero han hecho énfasis en las semejanzas, incluso más sorprendentes entre los animales que reciben comida de manera periódica e independiente de su conducta.

Explicación de la periodicidad de las respuestas interinas y terminales

¿A qué se debe el desarrollo de respuestas terminales e interinas similares en animales expuestos al mismo programa de presentaciones de comida independientes de la respuesta? Staddon y Simmelhag (1971) sugirieron que las respuestas terminales son respuestas típicas de la especie que reflejan la anticipación de comida a medida que se acerca el momento de la siguiente presentación del alimento. En contraste, consideraban que las respuestas interinas reflejaban otras fuentes de motivación que sobresalen más al inicio del intervalo entre comidas, cuando la presentación del alimento es poco probable.

Varios estudios posteriores han examinado la conducta de diversas especies de animales en situaciones en que la probabilidad de encontrar comida se modifica de manera sistemática. Esos estudios condujeron a la reinterpretación de los resultados de Staddon y Simmelhag en el marco teórico más amplio de la teoría de sistemas de conducta. Con anterioridad se describió la forma en que dicha teoría trata las restricciones a la respuesta en el condicionamiento instrumental. La teoría también explica resultados como los obtenidos por Staddon y Simmelhag (1971) como producto de la entrega periódica de comida independientemente de la conducta.

La idea básica es que la entrega periódica de comida activa el sistema de alimentación (y sus respuestas preorganizadas y específicas de la especie de forrajeo y alimentación). Dependiendo del momento en que la comida se entregó la última vez y del momento en que vaya a entregarse de nuevo, ocurren diferentes conductas. Exactamente después de la entrega de la comida, se espera que el organismo exhiba respuestas de *búsqueda focalizada posterior a la comida* que implican actividades cerca del comedero. A mitad del intervalo entre entregas del alimento (cuando es menos probable que los sujetos reciban comida) se presentan respuestas de *búsqueda general* que alejan al sujeto del comedero. En el momento en que se aproxima la siguiente entrega del alimento, el sujeto exhibe respuestas de *búsqueda focalizada* que de nuevo se concentran en la cercanía del comedero. En la figura 5.13, las respuestas terminales R1 y R7 se distribuyeron en el tiempo de la manera esperada de la conducta de búsqueda focalizada, mientras que R4 y R8 se distribuyeron de la manera esperada de las respuestas de búsqueda general. (Los trabajos de Timberlake y Lucas, 1985, y de Silva y Timberlake, 1998, examinan esos temas con mayor detalle.)

En congruencia con la teoría de los sistemas de conducta, la distribución de actividades que se desarrolla con la entrega periódica de un reforzador depende de la naturaleza de este último. Por ejemplo, se desarrollan diferentes patrones de conducta con las presentaciones de comida y agua (Innis, Simmelhag-Grant y Staddon, 1983; Papadouka y Matthews, 1995; Reberg, Innis, Mann y Eizenga, 1978; Timberlake y Lucas, 1991), lo que supuestamente se debe a que la comida y el agua activan diferentes patrones de forrajeo.

Efectos de la controlabilidad de los reforzadores

Una contingencia fuerte entre una respuesta instrumental y un reforzador significa en esencia que la respuesta controla al reforzador. Con una contingencia fuerte, la presentación del reforzador depende de que haya ocurrido la respuesta instrumental. Estudios relativos a los efectos del control sobre los reforzadores han ofrecido la mayor cantidad de evidencia sobre la sensibilidad de la conducta a las

**S. F. Maier**

contingencias entre respuesta y reforzador. Algunos de esos estudios implicaron el uso de reforzamiento positivo (por ejemplo, Job, 2002). Sin embargo, la mayor parte de la investigación se ha centrado en los efectos del control sobre la estimulación aversiva (consulte las revisiones de LoLordo y Taylor, 2001; Overmier y LoLordo, 1998; Maier y Jackson, 1979; Peterson, Maier y Seligman, 1993).

La investigación contemporánea sobre este problema se originó con los estudios pioneros de Seligman, Overmier y Maier (Overmier y Seligman, 1967; Seligman y Maier, 1967), quienes investigaban en perros los efectos de la exposición a una descarga incontrolable sobre el aprendizaje posterior de escape-evitación. El hallazgo principal fue que la exposición a una descarga incontrolable impedía el aprendizaje posterior, un fenómeno que llegó a conocerse como el **efecto de desamparo aprendido**.

El efecto del desamparo aprendido sigue siendo tema de muchas investigaciones, pero ya no se usan perros en los experimentos. Más bien, la mayor parte de la investigación se lleva a cabo con ratas y ratones de laboratorio y con participantes humanos. Los estudios requieren exponer a los animales a eventos estresantes, por lo que habrá a quienes les puede parecer que dicha investigación es objetable. Sin embargo, esta línea de trabajo ha resultado ser muy informativa acerca de los mecanismos de estrés y afrontamiento a nivel conductual, hormonal y neurofisiológico. La investigación ha sido especialmente informativa acerca de la depresión y se ha empleado en la evaluación y desarrollo de medicamentos antidepresivos. Como advirtieron Henkel y sus colaboradores (2002), “el paradigma del desamparo aprendido se considera todavía uno de los mejores modelos animales de la depresión” (p. 243).

El diseño triádico

Los experimentos sobre el desamparo aprendido por lo regular se llevan a cabo usando el *diseño triádico* que se presenta en la tabla 5.2. El diseño implica dos fases: una de exposición y otra de condicionamiento. Durante la fase de exposición, un grupo de ratas (E, por *escape*) es expuesto a descargas periódicas que pueden ser terminadas realizando una respuesta de escape (por ejemplo, hacer girar una pequeña rueda o un tambor giratorio). Cada sujeto del segundo grupo (A, por *acoplado*) se acopla a un animal del grupo E y recibe la misma duración y distribución de descargas que su pareja del grupo E, por lo que no hay nada que los animales del grupo A puedan hacer para terminar las descargas. El tercer grupo (C, por *confinado*) no recibe descargas durante la fase de exposición, pero se le confina en el aparato por el mismo tiempo que permanecen ahí los otros grupos. Durante la fase de condicionamiento los tres grupos reciben entrenamiento de escape-evitación, que por lo general se lleva a cabo en un aparato de vaivén con dos compartimentos adyacentes (figura 10.4). Los animales

TABLA 5.2

El diseño triádico usado en estudios del efecto de desamparo aprendido

Grupo	Fase de exposición	Fase de condicionamiento	Resultado
Grupo E	Descarga escapable	Entrenamiento escape-evitación	Aprendizaje rápido de la evitación
Grupo A	Descarga acoplada inescapable	Entrenamiento escape-evitación	Aprendizaje lento de la evitación
Grupo C	Confinado al aparato	Entrenamiento escape-evitación	Aprendizaje rápido de la evitación

tienen que ir y venir entre ambos compartimentos para evitar la descarga (o escapar de las descargas que no pudieron evitar).

El hallazgo notable en los experimentos sobre el efecto del desamparo aprendido es que los efectos de la estimulación aversiva durante la fase de exposición dependen de si es posible o no escapar de la descarga. La exposición a descargas incontrolables (grupo A) produce un grave impedimento del aprendizaje posterior de escape-evitación. En la fase de condicionamiento del experimento, el grupo A por lo general muestra un desempeño de escape-evitación mucho más deficiente que los grupos E y C. En contraste, se observan pocos o ningún efecto perjudicial después de la exposición a descargas de las que es posible escapar. De hecho, el grupo E suele aprender la tarea posterior de escape-evitación con tanta rapidez como el grupo C, que no recibió descargas durante la fase de exposición. Se ha informado de efectos nocivos similares de la exposición a descargas acopladas inescapables en la respuesta posterior por reforzamiento alimenticio (Rosellini y DeCola, 1981; Rosellini, DeCola y Shapiro, 1982; consulte también el trabajo de DeCola y Rosellini, 1990).

El hecho de que el grupo A muestre un déficit en el aprendizaje posterior en comparación con el grupo E indica que los animales son sensibles a las diferencias de procedimiento entre las descargas de las que es posible escapar y las descargas acopladas de las que no puede escaparse. La principal diferencia de procedimiento entre los grupos E y A es la presencia de una contingencia entre respuesta y reforzador para el grupo E pero no para el grupo A. Por consiguiente, la diferencia en la tasa de aprendizaje entre esos dos grupos demuestra que los animales son sensibles a la contingencia entre respuesta y reforzador.

La hipótesis del desamparo aprendido

La primera explicación importante de los estudios que empleaban el diseño triádico —la **hipótesis del desamparo aprendido**— se basó en la conclusión de que los animales pueden percibir la contingencia entre su conducta y la entrega de un reforzador (Maier y Seligman, 1976; Maier, Seligman y Solomon, 1969). La hipótesis del desamparo aprendido supone que durante la exposición a descargas de las que no pueden escapar los animales aprenden que éstas son independientes de su conducta, es decir, que no hay nada que puedan hacer para controlarlas. Además, llegan a esperar que en el futuro los reforzadores sigan siendo independientes de su conducta. Esta expectativa de la falta futura de control disminuye su capacidad para aprender una nueva respuesta instrumental. El déficit de aprendizaje ocurre por dos razones. Primero, la expectativa de falta de control reduce la motivación de los sujetos para realizar una respuesta instrumental. Segundo, incluso si realizan la respuesta y son reforzados en la fase de condicionamiento, la expectativa aprendida antes de la falta de control les hace más difícil aprender que su conducta ahora es eficiente para producir el reforzamiento.

Es importante distinguir la *hipótesis* del desamparo aprendido del *efecto* de desamparo aprendido. Este último es el patrón de resultados obtenidos con el diseño triádico (menor aprendizaje en el grupo A que en los grupos E y C). El efecto del desamparo aprendido ha sido reproducido en numerosos estudios y es un hallazgo bien establecido. En contraste, la hipótesis o interpretación del desamparo aprendido ha sido una explicación polémica del efecto del desamparo aprendido desde que fue propuesta (consulte los trabajos de LoLordo y Taylor, 2001; Overmier y LoLordo, 1998).

Cortesía de M. E. P. Seligman



M. E. P. Seligman

RECUADRO 5.4

Extensiones a la conducta humana de la investigación en animales sobre la controlabilidad de los reforzadores

El hecho de que una historia de falta de control sobre los reforzadores pueda dificultar considerablemente el desempeño instrumental posterior tiene serias implicaciones para la conducta humana. El concepto de desamparo ha sido perfeccionado y ampliado a diversas áreas de interés humano que incluyen el envejecimiento, el desempeño deportivo, el dolor crónico, el logro académico, la susceptibilidad a los infartos, la victimización y el duelo (consulte los trabajos de Garber

y Seligman, 1980; Overmier, 2002; Peterson, Maier y Seligman, 1993).

El área más destacada a la que se ha aplicado el concepto de desamparo es tal vez la depresión (Abramson, Metalsky y Alloy, 1989; Henkel *et al.*, 2002; Peterson y Seligman, 1984).

La investigación con animales sobre la imposibilidad de controlar y predecir también se ha utilizado para comprender el trastorno humano de estrés post-traumático (Foa, Zinbarg y Rothbaum, 1992). Las víctimas de estrés resultan-

te de ataques o del combate presentan síntomas que corresponden a los efectos de descargas crónicas, incontrolables e impredecibles, que se observan en los animales. El reconocimiento de esas similitudes promete generar nuevas ideas sobre el origen y tratamiento del trastorno de estrés post-traumático. Los modelos animales del desamparo también han contribuido a la comprensión de los efectos a largo plazo del abuso sexual y de nuevas agresiones (Marx, Heidt y Gold, 2005).

Déficits de actividad

Al inicio de la historia de la investigación sobre el efecto del desamparo aprendido, a los investigadores les preocupaba que el déficit de aprendizaje observado en el grupo A fuese un resultado de que esos animales hubieran aprendido a permanecer inactivos en respuesta a la descarga durante la fase de exposición. Aunque es poco probable que la inactividad aprendida pueda explicar todos los casos del efecto de desamparo aprendido (Jackson, Alexander y Maier, 1980; Rosellini *et al.*, 1984), la preocupación por la inactividad aprendida ha persistido. Por ejemplo, Shors (2006) encontró que la exposición a descargas de las que no es posible escapar dificulta el aprendizaje del escape de las ratas en una caja de vaivén pero facilitan el condicionamiento palpebral. Con base en esos resultados, Shors sugirió que es más probable observar efectos de desamparo en tareas que requieren movimiento.

Relaciones estímulo en el condicionamiento del escape

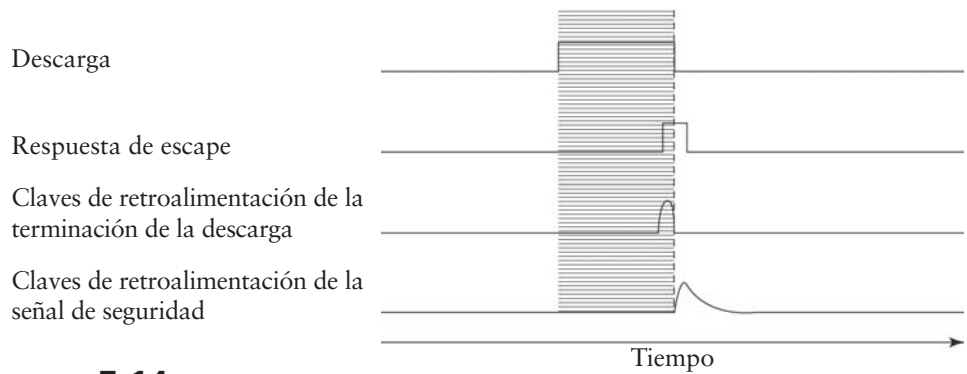
Las interpretaciones del efecto del desamparo aprendido descritas hasta ahora se han enfocado en los efectos nocivos de la exposición a descargas de las que es imposible escapar. No obstante, una pregunta de igual importancia es ¿por qué no es tan dañina la exposición a descargas de las que es posible escapar? (Minor, Dess y Overmier, 1991.) ¿Qué hay acerca de la posibilidad de dar una respuesta de escape que hace que la exposición a una descarga resulte menos agobiante? Esta pregunta ha estimulado una mirada más cercana a lo que sucede cuando se permite que los animales escapen de la descarga en la fase de exposición del diseño triádico.

La característica que define a la conducta de escape es que la respuesta instrumental tiene como resultado la terminación de un estímulo aversivo. La realización de una respuesta esquelética proporciona la retroalimentación de estímulos sensoriales. Por ejemplo, uno puede sentir que está levantando la mano incluso si tiene los ojos cerrados. Gracias a las claves de retroalimentación de la respuesta, no es necesario que uno vea que el brazo se eleva para saber que lo está haciendo. Del mismo modo, dar una respuesta de escape, como presionar



Cortesía de N. K. Dess

N. K. Dess

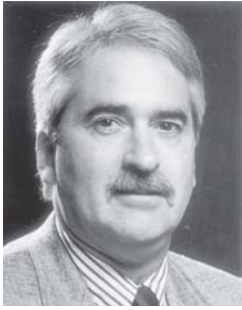
**FIGURA 5.14**

¡Relaciones estímulo en un ensayo de condicionamiento de escape! Las claves de retroalimentación de la terminación de la descarga se experimentan al inicio de la respuesta de escape, justo antes de que termine la descarga. Las claves de retroalimentación de la señal de seguridad se experimentan justo después de que termine la descarga, al inicio del intervalo entre ensayos.

una palanca, resulta en las sensaciones internas o claves de retroalimentación de la respuesta, las cuales se ilustran en la figura 5.14. Algunos de los estímulos producidos por la respuesta se experimentan al inicio de la respuesta de escape, justo antes de que se desactive la descarga, y se conocen como *claves de retroalimentación de la terminación de la descarga*. Otros estímulos producidos por la respuesta se experimentan a medida que el animal la completa, justo después de que se ha desactivado la descarga al inicio del intervalo entre ensayos. A esos estímulos se les llama *claves de retroalimentación de la señal de seguridad*.

Al principio, las investigaciones de los factores del estímulo involucrados con las descargas de las que es posible escapar se enfocaron en la posible importancia de las claves de retroalimentación de la señal de seguridad, las que de manera confiable son seguidas por el intervalo entre ensayos y, en consecuencia, por la ausencia de la descarga. Por consecuencia, esas claves de retroalimentación pueden convertirse en inhibidores condicionados del miedo y limitar o inhibir el temor provocado por las claves contextuales de la cámara experimental (en el capítulo 3 se analizó el desarrollo de la inhibición condicionada). Los animales acoplados, que reciben descargas de las que no pueden escapar, no cuentan con esas señales de seguridad pues, en su caso, las descargas y los periodos libres de descargas no son predecibles. Por lo tanto, es más probable que las claves contextuales de la cámara en que se aplican las descargas se condicionen con las inescapables para provocar temor.

Esas consideraciones han alentado el análisis del diseño triádico en términos de diferencias de grupo en las señales de seguridad más que en términos de diferencias de si es posible o no escapar de la descarga. Por ejemplo, en un experimento realizado por Jackson y Minor (1988), un grupo de ratas recibió las habituales descargas inescapables en la fase de exposición del diseño triádico, aunque al final de cada presentación de la descarga, se encendieron las luces de la caja durante cinco segundos como señal de seguridad. La presentación de esta señal de seguridad eliminó por completo los efectos nocivos de la exposición a la descarga en el aprendizaje posterior del escape en la caja de vaivén. Otro estudio (Minor, Trauner, Lee y Dess, 1990) también utilizó descargas inescapables, pero en esta ocasión se presentó una señal auditiva y visual durante los tres últimos



T. R. Minor

segundos de cada presentación de la descarga. Con esto se pretendía imitar las claves de terminación de la descarga. La introducción de dichas señales también eliminó en gran medida el efecto de desamparo.

La razón de concentrarse en los factores del estímulo en el condicionamiento del escape más que en las contingencias entre respuesta y reforzador todavía no arroja una explicación exhaustiva de los resultados de todos los experimentos realizados con el diseño triádico. Sin embargo, la evidencia disponible indica que algunas diferencias importantes en la forma en que los animales afrontan la estimulación aversiva pueden ser resultado de diferencias en la posibilidad de predecir cuándo terminará la descarga y cuándo empezará un intervalo entre ensayos seguro sin la misma. Aprender a predecir la terminación y la ausencia de la descarga puede ser tan importante como la posibilidad de escapar de ella, lo cual es una buena noticia. En la vida encontramos muchos eventos aversivos que no podemos controlar (como el aumento en el precio de la gasolina o las exigencias de un nuevo jefe). Por fortuna, controlar un evento estresante no tiene que ser nuestra única estrategia de afrontamiento. Aprender a predecir cuándo encontraremos el evento estresante (y cuándo no) puede ser igualmente eficiente para reducir los efectos nocivos del estrés.

RECUADRO 5.5

Desamparo en la médula espinal

Si alguien le preguntara dónde ocurre el aprendizaje, es probable que le dé una respuesta rápida acompañada por una expresión de incredulidad. Todo el mundo sabe que el aprendizaje ocurre dentro del cerebro. Pero, ¿qué pasa con el tejido neural localizado debajo del cerebro, el cilindro de axones y materia gris protegido por los huesos de la columna vertebral? ¿Puede aprender? Algunos trabajos recientes indican que las neuronas localizadas en esta región son sensibles a las relaciones ambientales y pueden exhibir formas simples de aprendizaje (Patterson y Grau, 2001).

La médula espinal está compuesta por dos regiones (figura 5.15). La región interna (la materia gris central) está compuesta por neuronas que forman una red capaz de modular las señales y organizar algunas conductas simples. La materia gris central está rodeada por una banda de axones (la materia blanca) que llevan las señales neurales hacia arriba y abajo



J. W. Grau

de la médula espinal, transmitiendo información entre la periferia y el cerebro. Cuando un individuo sufre un accidente que le ocasiona parálisis por debajo de la cintura (paraplejia), la pérdida de la función sensorial y motora obedece a la destrucción del cable de transmisión formado por los axones de la materia blanca.

Mucha gente no advierte que la lesión espinal no elimina el control

neural de las respuestas reflejas. Por debajo del punto de la lesión, las neuronas de la materia gris central conservan la capacidad para organizar algunas conductas simples. Esos reflejos espinales pueden ser estudiados en sujetos no humanos mediante la ablación quirúrgica de la médula espinal, desconectando la región inferior de la médula (la región lumbosacra) del cerebro. Después de la lesión espinal, la presión aplicada a la pata trasera todavía provocará su movimiento ascendente (una respuesta de flexión). Este reflejo de protección está diseñado para alejar la pata de los estímulos nocivos que podrían dañar la piel. El reflejo es mediado por neuronas dentro de la región lumbosacra de la médula espinal. La respuesta de flexión no requiere al cerebro.

Groves y Thompson demostraron hace algún tiempo que la fuerza de un reflejo espinal puede cambiar con la experiencia. La estimulación re-

RECUADRO 5.5 (continuación)

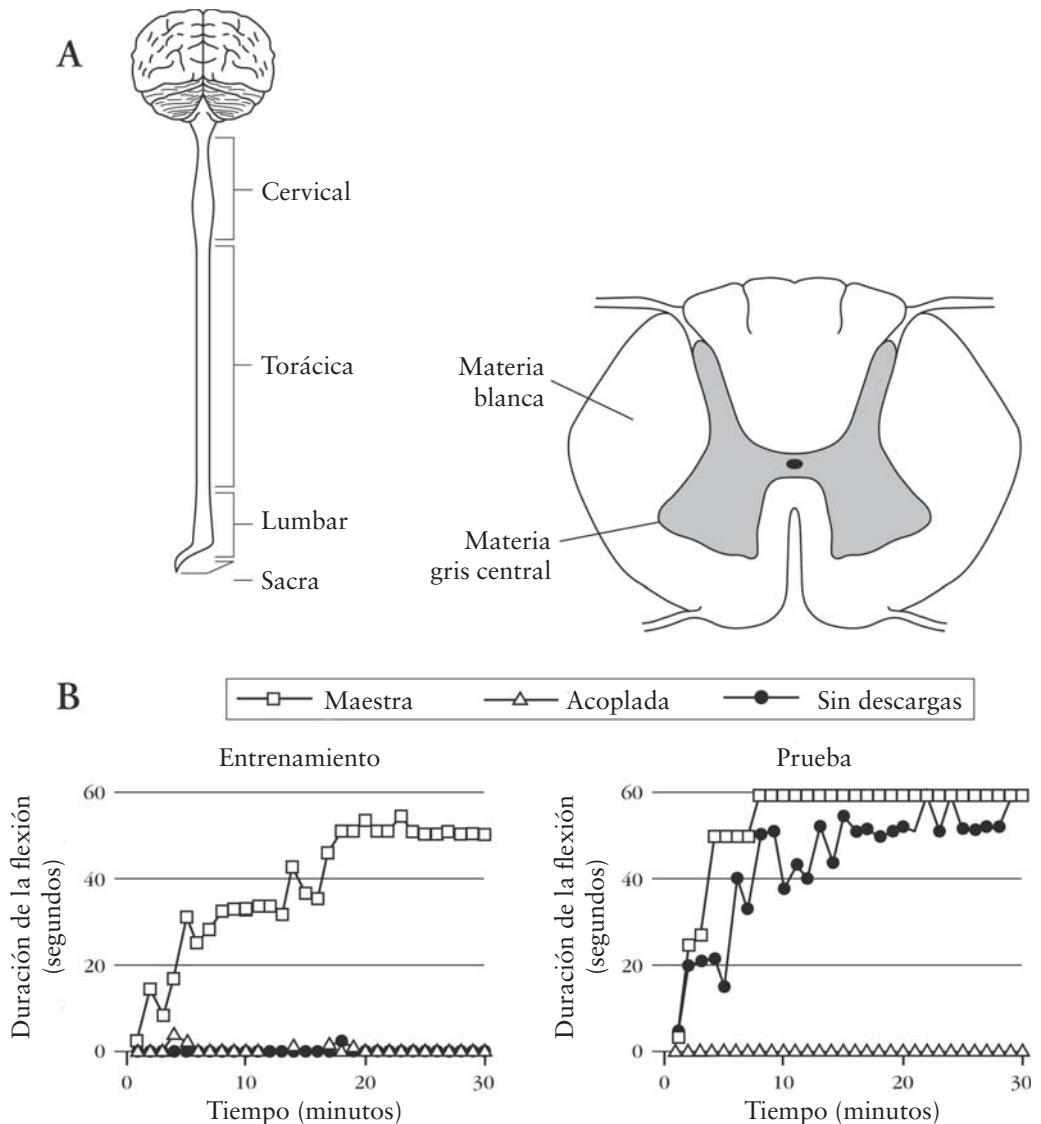


FIGURA 5.15

A) Corte transversal de la médula espinal. La región interna (materia gris central) está compuesta por cuerpos celulares, interneuronas y glía. La rodea una banda de axones (la materia blanca) que transmiten señales hacia y desde el cerebro, segmentos de la médula y la periferia. B) Entrenamiento con descargas contingentes a la respuesta. Las ratas maestras reciben la descarga cada vez que extienden una pata. Aunque la médula espinal haya sido quirúrgicamente desconectada del cerebro, aprenden a mantener la pata elevada (un incremento en la duración de la flexión) para minimizar la exposición a la descarga. Las ratas acopladas, que reciben la misma cantidad de descargas independientemente de la posición de la pata, no logran aprender. C) Desamparo aprendido después de la descarga no contingente. Cuando más tarde se prueba a todos los sujetos con descargas contingentes a la respuesta, las ratas maestras reaprenden con rapidez la respuesta requerida, pero las acopladas, que antes recibieron las descargas independientes de la posición de la pata, no logran aprender. (Adaptado de Grau y Joynes, 2001.)

(continúa)

RECUADRO 5.5 (continuación)

petida produce habituación mientras que un estímulo intenso puede inducir sensibilización. Esas observaciones constituyeron la base de la teoría del proceso dual del aprendizaje no asociativo descrita en el capítulo 2 (Groves y Thompson, 1970).

Más recientemente, Grau y sus colaboradores demostraron que las neuronas dentro de la médula espinal también pueden apoyar una forma simple de aprendizaje instrumental (revisado en Grau *et al.*, 2006). En esos estudios, la médula espinal era seccionada y se entrenaba a los sujetos usando una descarga que provocaba la respuesta de flexión de la pata trasera. Un grupo (las ratas maestras) recibieron descargas en la pata cada vez que la extendían. Los sujetos de un grupo acoplado fueron experimentalmente conectados a las ratas maestras. Cada vez que una rata maestra recibía una descarga, también la recibía su pareja acoplada. Las ratas maestras aprendieron con rapidez a mantener la pata elevada, minimizando de manera efectiva la exposición a la descarga (figura 5.15). En contraste, las ratas acopladas, que recibieron las descargas independientemente de la posición de la pata, no lograron aprender. Esta diferencia entre las ratas maestras y las acopladas indica que las neuronas de la médula espinal son sensibles a una relación instrumental (entre respuesta y reforzador) (para conocer mayor evidencia, consulte el trabajo de Grau *et al.*, 2006).

Las ratas maestras y las acopladas fueron probadas luego en condiciones comunes con descargas controlables. Como era obvio, las ratas maestras aprendieron con mayor rapidez que los sujetos control que no habían recibido antes una descarga. En contraste, las ratas acopladas no lograron aprender. Su déficit conductual recuerda el fenómeno del desamparo aprendido (Maier y Seligman, 1976). Crown y Grau (2001) demostraron luego que la exposición previa a

descargas controlables tiene un efecto de inmunización que puede proteger a la médula espinal del desamparo. Otros experimentos señalaron que una combinación de tratamientos conductuales con medicamentos puede restablecer la capacidad de la médula espinal para aprender.

Con distintas manipulaciones conductuales la médula espinal ha mostrado un patrón de resultados notablemente similares a los derivados de conductas mediadas por el cerebro. Esos resultados indican que los teóricos del aprendizaje han identificado algunos principios muy generales de dicho proceso, principios que se aplican a diversas especies (de la *Aplysia* a los seres humanos) y a lo largo de distintos niveles de los ejes neurales (de la médula espinal al prosencéfalo). Por supuesto, sistemas neurales superiores permiten una capacidad funcional más compleja. No obstante, al parecer existen algunos principios centrales de la plasticidad neural que se hacen evidentes en todas las situaciones de aprendizaje. Hay quienes los consideran como una especie de alfabeto biológico que se utiliza para ensamblar los sistemas funcionales que subyacen al aprendizaje (Hawkins y Kandel, 1984). Un sistema simple como la médula espinal revela las letras básicas, mientras que una comparación con el aprendizaje mediado por el cerebro muestra la forma en que este alfabeto puede ser pulido y organizado para producir sistemas de aprendizaje más complejos. Dado que este enfoque pretende describir los mecanismos que subyacen al aprendizaje a nivel tanto funcional como neurobiológico, Grau y Joynes (2005) lo denominaron neurofuncionalismo (consulte también la neurología funcional en el capítulo 1).

Otros investigadores han demostrado que las neuronas de la médula espinal pueden apoyar la conducta de dar pasos (Edgerton *et al.*, 2004). En esos estudios, se

seccionó la médula espinal y las patas traseras del animal se engancharon a una rueda. El movimiento de la rueda contra las patas iniciaba un circuito neural que organizaba la conducta de dar pasos. Con la experiencia y algún moldeamiento de la respuesta, un animal puede recuperar la capacidad para caminar en cierto rango de velocidades de la rueda. Más todavía, este sistema puede ser modificado por la experiencia. Si se coloca un obstáculo en la trayectoria de la pata de modo que ésta lo golpea mientras gira hacia adelante, la médula espinal aprenderá a levantar más la pata para minimizar el contacto con el obstáculo.

A partir de esas observaciones, Anton Wernig (Wernig, Muller, Nanassy y Cagol, 1995) trató de moldear la conducta locomotriz en personas parapléjicas. Los participantes fueron suspendidos sobre una caminadora y el entrenamiento de la marcha se realizó a lo largo de un periodo de 12 semanas. En el curso de esta experiencia, la médula espinal pareció recuperar la capacidad de organizar la marcha. Los participantes recibieron mayor apoyo para la pierna y aprendieron a activar el circuito de la marcha, lo que les permitió caminar hacia adelante usando una andadera con ruedas. Los resultados fueron notables. Al inicio del entrenamiento, 86% de los participantes estaba confinado a una silla de ruedas; al final, éstos podían desplazarse usando una andadera con ruedas. Observaciones como esas han estimulado la esperanza de que el entrenamiento conductual, aunado al tratamiento neurobiológico, pueda ayudar a restablecer la función después de la lesión espinal. El propósito de las técnicas de rehabilitación es reentrenar al sistema dañado, usando contingencias conductuales para fomentar resultados funcionales adaptativos. Uno debería reconocer que esto es sólo otro ejemplo de aprendizaje.

J. W. Grau

Contigüidad y contingencia: comentarios finales

Como hemos visto, los organismos son sensibles tanto a la contigüidad como a la contingencia entre una respuesta instrumental y un reforzador. Por lo general, esos dos aspectos de la relación entre respuesta y reforzador actúan de manera conjunta para producir aprendizaje (Davis y Platt, 1983). Ambos factores permiten enfocar los efectos del reforzamiento sobre la respuesta instrumental. La relación causal, o contingencia, asegura que el reforzador sólo se entregue después que ocurra la respuesta instrumental especificada. La relación de contigüidad garantiza que otras actividades no se inmiscuyan entre la respuesta especificada y el reforzador para interferir con el condicionamiento de la respuesta objetivo.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Compare los métodos de operante libre y de ensayo discreto para el estudio de la conducta instrumental.
2. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre reforzamiento positivo y reforzamiento negativo?
3. ¿Qué se piensa en la actualidad acerca del reforzamiento instrumental y la creatividad y cuál es la evidencia experimental relevante?
4. ¿Cuáles son los efectos de la demora del reforzamiento sobre el aprendizaje instrumental y qué los ocasiona?
5. ¿Cuál era el propósito del experimento de superstición de Skinner? ¿Cuáles fueron los resultados y cómo se les ha reinterpretado?
6. Describa explicaciones alternativas al efecto del desamparo aprendido.

TÉRMINOS CLAVE

- arrastré instintivo** Desviación gradual de la conducta instrumental de las respuestas requeridas para el reforzamiento hacia respuestas típicas de la especie, o instintivas, relacionadas con el reforzador y con otros estímulos de la situación experimental.
- castigo** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que existe una contingencia positiva entre la respuesta instrumental y un estímulo aversivo. Si el participante realiza la respuesta instrumental, recibe el estímulo aversivo; si no la lleva a cabo hace, no recibe el estímulo aversivo.
- conducta instrumental** Actividad que ocurre debido a que produce una consecuencia particular o reforzador.
- conducta supersticiosa** Conducta cuya frecuencia se incrementa debido al emparejamiento accidental de la entrega del reforzador con la presentación de la conducta.
- contigüidad** Presentación muy cercana en el tiempo de dos eventos, como una respuesta y un reforzador. Se denomina también *contigüidad temporal*.
- contigüidad temporal** Lo mismo que *contigüidad*.
- contingencia entre respuesta y reforzador** Relación de una respuesta con un reforzador definida en términos de la probabilidad de ser reforzado para realizar la respuesta en comparación con la probabilidad de ser reforzado en ausencia de la respuesta.
- contraste negativo** Disminución de la respuesta por un reforzador menos deseado o más pequeño después de la experiencia previa con un reforzador más deseado o más grande que en ausencia con dicha experiencia previa.
- contraste positivo** Mayor respuesta por un reforzador favorable o grande luego de la experiencia con un reforzador menos deseado o más pequeño, que en ausencia de dicha experiencia previa.

- efecto de desamparo aprendido** Interferencia con el aprendizaje de nuevas respuestas instrumentales como resultado de la exposición a estimulación aversiva inescapable e inevitable.
- entrenamiento del comedero** Etapa preliminar del condicionamiento instrumental en que un estímulo se empareja repetidamente con un reforzador para permitir que el participante aprenda a acercarse y obtener el reforzador cuando se presente. El sonido del dispensador de comida, por ejemplo, puede emparejarse de manera reiterada con el alimento de modo que el animal aprenda a acercarse al comedero cuando se entregue la comida.
- entrenamiento por omisión** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que la respuesta instrumental impide la entrega de un estímulo reforzante. (Véase también *reforzamiento diferencial de otra conducta*.)
- escape** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que la respuesta instrumental termina un estímulo aversivo. (Véase también *reforzamiento negativo*.)
- estímulo apetitivo** Estímulo placentero o satisfactorio que puede usarse para reforzar positivamente una respuesta instrumental.
- estímulo aversivo** Estímulo desagradable o molesto que puede usarse para castigar una respuesta instrumental.
- evitación** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que la respuesta instrumental impide la entrega de un estímulo aversivo.
- hipótesis del desamparo aprendido** Idea teórica que supone que durante la exposición a estimulación aversiva inescapable e inevitable los participantes aprenden que su conducta no controla los eventos ambientales. Esto reduce la motivación para responder y dificulta el condicionamiento instrumental posterior.
- latencia** Tiempo entre el inicio de un ensayo (o el inicio de un estímulo) y la respuesta instrumental.
- ley del efecto** Regla para la conducta instrumental, propuesta por Thorndike, que plantea que si una respuesta emitida en presencia de un estímulo es seguida por un evento satisfactorio, la asociación entre el estímulo y la respuesta será fortalecida; si la respuesta es seguida por un evento molesto, la asociación se debilitará.
- moldeamiento** Reforzamiento de las aproximaciones sucesivas a una respuesta instrumental deseada.
- pertinencia** Idea teórica, propuesta originalmente por Thorndike, de que la historia evolutiva de los organismos hace que ciertas respuestas correspondan o sean relevantes para ciertos reforzadores. La pertinencia facilita el aprendizaje.
- procedimiento de ensayo discreto** Método de condicionamiento instrumental en que el participante sólo puede realizar la respuesta instrumental durante periodos especificados, que, por lo general, son determinados por la colocación del participante en la cámara experimental o por la presentación de un estímulo.
- procedimiento de marcado** Procedimiento en que la respuesta instrumental es seguida de inmediato por un evento distintivo (se levanta al participante o se presenta el destello de una luz) que hace más memorable a la respuesta instrumental y ayuda a superar los efectos nocivos de la demora del reforzamiento.
- procedimiento de operante libre** Método de condicionamiento instrumental que permite la realización repetida de la respuesta instrumental sin intervención del experimentador. (Compárelo con el *procedimiento de ensayo discreto*.)
- reforzador condicionado** Estímulo que se convierte en un reforzador eficaz por su asociación con un reforzador primario o incondicionado. Se denomina también *reforzador secundario*.
- reforzador secundario** Lo mismo que *reforzador condicionado*.
- reforzamiento accidental** Un caso en que la entrega del reforzador coincide con una respuesta particular, aunque esa respuesta no sea responsable de la presentación del reforzador. Se conoce también como *reforzamiento adventicio*.
- reforzamiento adventicio** Lo mismo que *reforzamiento accidental*.

- reforzamiento diferencial de otra conducta (RDO)** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que un reforzador positivo se entrega de manera periódica sólo si el participante hace algo distinto a la respuesta objetivo.
- reforzamiento negativo** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que existe una contingencia negativa entre la respuesta instrumental y un estímulo aversivo. Si se realiza la respuesta instrumental, el estímulo aversivo es terminado o cancelado; si la respuesta instrumental no se lleva a cabo, el estímulo aversivo se presenta.
- reforzamiento positivo** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que existe una contingencia positiva entre la respuesta instrumental y un estímulo reforzante. Si el participante realiza la respuesta, recibe el estímulo reforzante; si no la lleva a cabo, no recibe el reforzador.
- relación temporal** Intervalo entre una respuesta instrumental y el reforzador.
- respuesta interina** Respuesta cuya frecuencia aumenta después de la entrega periódica de un reforzador para luego disminuir a medida que se acerca el momento para recibir el siguiente reforzador.
- respuesta operante** Respuesta definida por los efectos que produce en el ambiente. Algunos ejemplos son la presión de una palanca y la apertura de una puerta. Cualquier secuencia de movimientos que empujen la palanca hacia abajo o que abran la puerta constituye un caso de la operante particular.
- respuesta terminal** Respuesta que es más probable al final del intervalo entre reforzadores sucesivos presentados a intervalos fijos.
- velocidad de la carrera** La rapidez (por ejemplo, en centímetros por segundo) con que un animal se desplaza por un corredor.

Programas de reforzamiento y conducta de elección

Programas simples de reforzamiento intermitente

Programas de razón
Programas de intervalo
Comparación de los programas de razón y de intervalo

Conducta de elección: programas concurrentes

Medidas de la conducta de elección
La ley de igualación
Mecanismos de la ley de igualación

Elección compleja

Programas encadenados concurrentes
Estudios sobre el “autocontrol”

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

Es raro que las respuestas instrumentales sean reforzadas cada vez que ocurren. En este capítulo se continúa con el análisis sobre la importancia de la relación entre respuesta y reforzador en la conducta instrumental con la descripción de los efectos de los programas de reforzamiento intermitente. Un programa de reforzamiento es la regla o criterio que determina qué instancia de la respuesta instrumental será seguida por la entrega del reforzador. Los programas de reforzamiento son importantes, pues determinan la tasa, el patrón y la persistencia de la conducta instrumental. Para empezar, se describirán los programas simples de razón e intervalo simple y variable, así como los patrones de respuesta instrumental producidos por esos programas. Posteriormente se describirán los programas de reforzamiento que pueden ayudarnos a entender cómo los organismos eligen entre distintas alternativas de respuesta. Los programas de reforzamiento concurrente y encadenado concurrente son técnicas que se han utilizado ampliamente en experimentos de laboratorio para examinar los mecanismos de la elección. Una forma particularmente interesante de elección es la que corresponde a ganancias modestas a corto plazo frente a ganancias mayores a largo plazo, ya que dichas alternativas representan el dilema del autocontrol.

Es posible que en la descripción que hicimos en el capítulo 5 de los diversos procedimientos de condicionamiento instrumental se haya dado la impresión de que cada emisión de la respuesta instrumental conduce de manera invariable a la entrega del reforzador; pero la reflexión casual sugiere que en el mundo real es raro que exista una contingencia perfecta entre la respuesta y el reforzamiento. No obtiene una alta calificación en un examen cada vez que estudia a conciencia, tampoco consigue hablar con su pareja cada vez que marca su número telefónico, e invitar a alguien a cenar no siempre resulta en una velada agradable. De hecho, en la mayor parte de los casos la relación entre las respuestas instrumentales y el reforzamiento consecuente es más bien compleja. Las investigaciones hechas en el laboratorio han examinado la forma en que esas relaciones complejas determinan la tasa y patrón de la conducta instrumental.

Un **programa de reforzamiento** es la regla o criterio que determina qué ocurrencia de una respuesta será seguida por el reforzador. Existe un número infinito de formas en que podría establecerse dicho programa. La entrega del reforzador podría depender de que suceda cierto número de respuestas, del transcurrir del tiempo, de la presencia de ciertos estímulos, de la ocurrencia de otras respuestas o de cualquier cantidad de factores. Se esperaría que la clasificación de los efectos conductuales producidos por los posibles programas de reforzamiento fuese una tarea difícil. No obstante, hasta ahora, la investigación ha demostrado que el trabajo es bastante razonable. Los programas de reforzamiento que involucran relaciones similares entre respuestas y reforzadores, por lo general, producen patrones de conducta semejantes.

La tasa de respuesta exacta puede variar de una situación a otra, pero el patrón conductual es altamente predecible. Esta regularidad ha provocado

que el estudio de los programas de reforzamiento resulte tan interesante como útil. Las aplicaciones de los principios del reforzamiento suelen tener una meta conductual, y la obtención de esa meta frecuentemente requiere que se ajuste el programa de reforzamiento para producir el resultado deseado.

Los programas de reforzamiento predominan tanto en la forma en que se aprende una respuesta instrumental como en la manera en que es mantenida después por el reforzamiento. Aun cuando los investigadores de los efectos de los programas por tradición se han interesado sobre todo en el mantenimiento de la conducta. El hecho de que alguien trabaje duro (que muestre una elevada tasa de respuestas) o que sea perezoso (que exhiba una tasa de respuestas reducida) depende menos de su personalidad que del programa de reforzamiento que esté en vigor.

Los programas de reforzamiento son importantes para los gerentes que tienen que asegurarse que sus empleados continúen realizando un trabajo aprendido con anterioridad. Incluso a los maestros de escuelas públicas a menudo les preocupa más impulsar la realización de respuestas ya aprendidas que enseñar otras nuevas. Varios estudiantes con un mal desempeño escolar saben bien cómo hacer su tarea y cómo estudiar, pero simplemente deciden no hacerlo. Los programas de reforzamiento pueden emplearse para motivar una conducta de estudio más frecuente.

Las investigaciones orientadas a los programas de reforzamiento han proporcionado información importante acerca del proceso de reforzamiento, así como “líneas base de utilidad para el estudio de otros procesos conductuales” (Lattal y Neef, 1996). Los efectos conductuales de las drogas, las lesiones cerebrales o las manipulaciones de los sistemas de neurotransmisores, frecuentemente dependen del programa de reforzamiento que esté efectuándose durante la prueba conductual. Esto propicia que comprender el desempeño del programa resulte útil para estudiar muchos otros temas en la teoría de la conducta y la neurociencia conductual. Debido a su enorme importancia, Zeiler (1984) llamó a los programas de reforzamiento el *gigante dormido* en el análisis de la conducta. En este capítulo trataremos de despertar a ese gigante.

Por lo común, en los estudios de laboratorio de los programas de reforzamiento se utiliza una caja de Skinner y una respuesta claramente definida que puede ocurrir de manera repetida, lo que permite observar y analizar, con facilidad, los cambios en la tasa de respuesta (Ferster y Skinner, 1957). La manera en que se moldea y condiciona al inicio la respuesta de presión de palanca o de picoteo del disco puede ser de poco interés. Más bien, la atención se centra en los factores del programa que controlan el momento y ejecución repetitiva de la conducta instrumental.

PROGRAMAS SIMPLES DE REFORZAMIENTO INTERMITENTE

Los procesos que organizan y dirigen el desempeño instrumental son activados de diferentes maneras por los distintos programas de reforzamiento. Empezaremos con la revisión de los programas *simples*, en los que un solo factor determina qué instancia de la respuesta instrumental es reforzada.

Programas de razón

La característica distintiva de un **programa de razón** es que el reforzamiento sólo depende del número de respuestas realizadas por el organismo. Lo único que requiere un programa de razón es el conteo del número de respuestas emitidas y la entrega del reforzador cada vez que se cumple el número exigido. Si el número que

se pide es uno, cada emisión de la respuesta instrumental resulta en la entrega del reforzador. El nombre técnico de ese programa es **reforzamiento continuo (RFC)**.

Los programas de manejo de contingencias que se usan en el tratamiento del abuso de drogas emplean a menudo un programa de reforzamiento continuo. Se solicita que los clientes acudan a la clínica varias veces a la semana para ser sometidos a un examen toxicológico. Si la prueba indica que no consumieron drogas desde la última visita reciben un vale que pueden canjear por dinero. En una variante eficaz del procedimiento, la cantidad pagada se incrementa con las pruebas sucesivas, cuyos resultados indican la ausencia de drogas y vuelve a cero si el participante tuvo una recaída (Roll y Newton, 2008).

El reforzamiento continuo no es común fuera del laboratorio, pues el mundo no es perfecto. Presionar el botón del elevador por lo regular trae al ascensor, pero éste puede fallar; abrir la llave correcta usualmente nos permite tener agua caliente, pero sólo si el calentador del agua está funcionando correctamente; morder una fresa suele ser reforzado por un buen sabor, pero no si la fresa está podrida. Se dice que las situaciones en que la respuesta sólo es reforzada algunas veces implican **reforzamiento parcial o intermitente**.

Programa de razón fija

Considere, por ejemplo, la entrega del reforzador después de cada décima respuesta de presión de palanca en un estudio con ratas de laboratorio. En ese programa, existiría una razón fija entre el número de respuestas emitidas por la rata y el número de reforzadores que recibe (diez respuestas por reforzador). Esto convierte al procedimiento en un **programa de razón fija**. De manera más concreta, el programa sería llamado una *razón fija 10* o *RF 10*.

Los programas de razón fija se encuentran en la vida cotidiana en cualquier sitio en que siempre se pida una cantidad constante de respuestas para obtener el reforzamiento. Un repartidor de periódicos trabaja en un programa de razón fija porque en su ruta tiene un número invariable de viviendas. Tomar la lista de asistencia está bajo un programa de razón fija establecido por el número de estudiantes que ésta incluya. Hacer una llamada telefónica también implica un programa de razón fija toda vez que es necesario presionar en el teclado un número inalterable de dígitos para completar cada llamada.

El programa de reforzamiento continuo también es uno de razón fija ya que involucra una razón fija de una respuesta por reforzador. En un programa de reforzamiento continuo los organismos suelen responder a una tasa estable y moderada en la que sólo ocurren pausas breves e impredecibles. Por ejemplo, una paloma que trabaja en un programa de reforzamiento continuo al principio picotea una tecla por comida de manera estable y sólo disminuye la velocidad a medida que se va saciando.

Cuando está en efecto un programa de razón fija que requiere más de una respuesta se presenta un patrón de respuestas muy distinto. Es poco probable que alguien haga una pausa a la mitad del marcado de un número telefónico, aunque puede llevarle un tiempo iniciar la llamada. Este es el patrón típico de los programas de razón fija. Una vez que se inicia la conducta, la tasa de respuestas es alta y estable, pero puede haber una pausa antes de iniciar el número requerido de respuestas. Esas características de la respuesta se hacen evidentes en el **registro acumulativo** de la conducta.

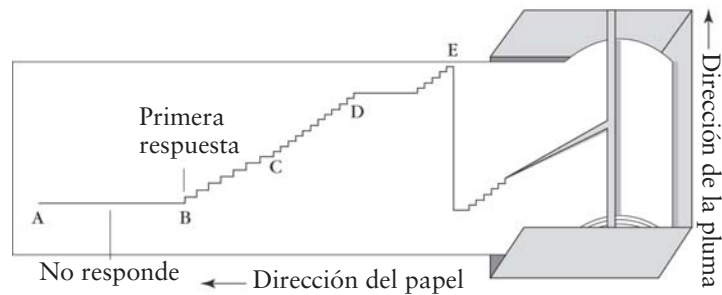


FIGURA 6.1

El trazado de un registro acumulativo por un registrador acumulativo para el registro continuo de la conducta. El papel se desplaza hacia la izquierda a una velocidad constante. Cada respuesta ocasiona que la pluma suba un paso en el papel. Entre los puntos A y B no ocurrieron respuestas; entre los puntos B y C ocurrió una tasa moderada de respuestas, mientras que entre los puntos C y D ocurrió una tasa rápida. En el punto E la pluma regresa a la parte inferior de la página.

Un *registro acumulativo* es una forma particular de representar la manera en que una respuesta se repite a lo largo del tiempo. Muestra el número total (o acumulado) de respuestas que han sucedido hasta un punto particular en el tiempo. En los días previos a la popularización de las computadoras, los registros acumulativos se obtenían mediante el uso de un registrador de gráficas (figura 6.1). El registrador consistía en un tambor giratorio del cual salía el papel a una velocidad constante. Sobre la superficie del papel descansaba una pluma. Si no ocurrían respuestas la pluma permanecía al mismo nivel y trazaba una línea horizontal conforme iba saliendo el papel de la máquina. Si el sujeto realizaba una respuesta de presión de palanca, la pluma ascendía un paso sobre el papel. Debido a que cada respuesta de presión de la palanca ocasionaba que la pluma se elevara un paso sobre el papel, la distancia vertical total recorrida por la pluma representaba el número acumulado (o total) de respuestas realizadas por el sujeto. Como el papel salía del registrador a una velocidad constante, la distancia horizontal sobre el registro acumulativo daba una medida del tiempo transcurrido en la sesión. La pendiente de la línea dibujada por el registrador acumulativo representa la *tasa de respuestas* del sujeto.

El registro acumulativo muestra una representación visual completa de cuándo y con qué frecuencia responde un sujeto durante una sesión. En el registro de la figura 6.1, por ejemplo, el sujeto no realizó la respuesta entre los puntos A y B, y entre los puntos B y C ocurrió una tasa lenta de respuestas. Las respuestas ocurrieron con mayor frecuencia entre los puntos C y D, pero el sujeto hizo una pausa en D. Después de reanudar la respuesta, la pluma llegó a la parte superior de la página (en el punto E) y regresó a la parte inferior para nuevas respuestas.

La figura 6.2 muestra el registro acumulativo de una paloma cuya respuesta se estabilizó en un programa de reforzamiento que requería 120 picoteos por cada entrega del reforzador (un programa RF 120). Cada entrega del alimento es indicada por las pequeñas desviaciones hacia abajo de la pluma registradora. Como ya se esperaba, el ave dejaba de responder después de cada entrega de alimento; pero cuando reiniciaba el picoteo, respondía a una tasa elevada y estable. Se conoce como **pausa posreforzamiento** a la tasa cero de respuestas que ocurre justo después de cada reforzamiento. La tasa elevada y estable de respuestas que completa cada requisito de razón se denomina **carrera de la razón**.

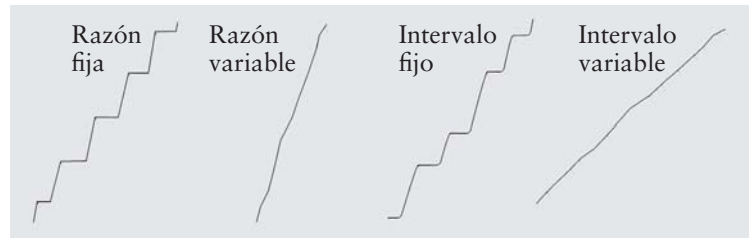


FIGURA 6.2

Muestras de los registros acumulativos de diferentes palomas que picoteaban una tecla de respuestas en cuatro programas simples de reforzamiento alimenticio: razón fija 120, razón variable 360, intervalo fijo cuatro minutos e intervalo variable dos minutos. (Tomado de *Schedules of Reinforcement*, por C. B. Ferster y B. F. Skinner, 1957, Appleton-Century-Crofts.)

Si se incrementa un poco la razón requerida (por ejemplo, de RF 120 a 150), es posible que no haya cambios en la tasa de respuestas durante la carrera de la razón. Sin embargo, con requisitos de razón mayores tienden a ocurrir pausas posreforzamiento más largas (Felton y Lyon, 1966; Williams, Saunders y Perone, 2008). Si la razón requerida aumenta mucho de manera súbita (por ejemplo, de RF 120 a RF 500), es probable que el animal haga pausas periódicas antes de completar la razón exigida (Stafford y Branch, 1998). Este efecto se conoce como **tensión de la razón**. En casos extremos, dicha tensión puede ser tan grande que el animal deja de responder del todo. Cuando se utilizan programas de razón debe tenerse cuidado de no aumentar demasiado pronto la razón requerida (o, en términos más generales, la dificultad de la tarea), pues de otro modo puede presentarse una tensión de la razón y el sujeto tal vez deje de responder por completo.

Aunque la pausa que ocurre antes de una carrera de la razón en los programas de razón fija históricamente se conocía como la *pausa posreforzamiento*, la investigación ha demostrado que la duración de la pausa es controlada por la siguiente razón requerida (Baron y Herpolsheimer, 1999; consulte también el trabajo de Wade-Galuska, Perone y Wirth, 2005). Por ejemplo, piense que decide lavar su carro a mano en lugar de conducirlo por un túnel de autolavado. Lavar su carro a mano es una tarea de razón fija, ya que en cada ocasión requiere un número establecido de respuestas y una cantidad establecida de esfuerzo, determinados por el tamaño de su automóvil. Si antes de comenzar a lavar su carro deja la tarea para otro momento se debe a que no está listo para hacer el trabajo, no a que esté descansando de la ocasión anterior en que lo lavó. Por consiguiente, sería más correcto que la *pausa posreforzamiento* se denominara *pausa previa a la razón*.

Programa de razón variable

En un programa de razón fija se requiere un número predecible de respuestas o de esfuerzo por cada reforzador. La predictibilidad puede eliminarse modificando el número de respuestas que se pide por reforzamiento de una ocasión a la siguiente, lo que sería el caso si usted trabajara en un servicio de autolavado en el que tuviese que trabajar con carros de diferentes tamaños. Dicha situación sigue siendo un programa de razón, pues el lavado de cada automóvil depende todavía de la cantidad de respuestas o de esfuerzo que haga, aunque se requiere una cantidad diferente de respuestas para la entrega de cada reforzador. Dicho procedimiento se conoce como

programa de razón variable (RV). Veamos, podríamos pedir que una paloma diese 10 respuestas para obtener el primer reforzador, 13 para obtener el segundo, siete para el tercero y así sucesivamente. El valor numérico de un programa de razón variable indica el número promedio de respuestas que se pide por reforzador. Por lo tanto, nuestro procedimiento sería un programa de razón variable 10 (RV 10).

Los programas de razón variable se encuentran en la vida cotidiana cada vez que se exige una cantidad impredecible de esfuerzo para obtener un reforzador. Por ejemplo, cada vez que un conserje entra en un cuarto durante sus rondas, sabe que será necesario hacer algo de limpieza, pero no sabe con precisión qué tan sucia estará la habitación. Los apostadores que juegan en una máquina tragamonedas también están respondiendo en un programa de razón variable. Tienen que jugar en la máquina para ganar. No obstante, nunca saben cuántos juegos producirán la combinación ganadora. Los programas de razón variable también son comunes en los deportes. Siempre se requiere un determinado número de golpes para terminar un hoyo en el golf, pero al inicio del juego la mayoría de los jugadores no saben con certeza cuántos golpes necesitarán.

Como no es posible predecir el número de respuestas requeridas por reforzamiento, las pausas predecibles en la tasa de respuestas son menos probables en los programas de razón variable que en los de razón fija. Más bien, los organismos responden a una tasa bastante estable en los programas de RV. La figura 6.2 muestra el registro acumulativo de una paloma cuya respuesta de picoteo se mantenía con un programa de reforzamiento de RV 360. Advierta que aunque el programa RV 360 requería en promedio muchos más picoteos por cada reforzador que el programa RF 120 que se muestra en la figura 6.2, el RV 360 mantenía un patrón de respuestas mucho más estable.

Aunque es posible que ocurran pausas posreforzamiento en los programas de razón variable (Blakely y Schlinger, 1988; Schlinger, Blakely y Kaczor, 1990), esas pausas son más largas y más destacadas en los programas de razón fija. La tasa total de respuestas puede ser similar en los programas de razón fija y de razón variable, siempre y cuando se requieran, en promedio, números similares de respuestas. Sin embargo, en los programas de razón fija la tasa total de respuestas tiende a distribuirse en un patrón de pausa-carrera mientras que en los programas de razón variable se observa un patrón de respuestas más estable (Crossman, Bonem y Phelps, 1987). (Bizo y Killeen, 1997, presentan otros análisis de los programas de razón.)

Programas de intervalo

En los programas de razón, el reforzamiento depende sólo del número de respuestas realizadas por el sujeto. En otras situaciones, las respuestas únicamente se refuerzan si ocurren después de que ha transcurrido cierto tiempo. Este tipo de situación es ilustrada por los **programas de intervalo**.

Programa de intervalo fijo

En un programa simple de intervalo, una respuesta se refuerza únicamente si ocurre luego de que ha transcurrido una cantidad establecida de tiempo después de un punto de referencia, la última entrega del reforzador o el inicio del ensayo. En un **programa de intervalo fijo (IF)**, la cantidad de tiempo que tiene que pasar antes que una respuesta sea reforzada se mantiene constante de un ensayo al

RECUADRO 6.1

La pausa posreforzamiento y la postergación

La pausa posreforzamiento que ocurre en los programas de razón fija dentro del laboratorio también es evidente en la experiencia humana común. Como se mencionó antes, la pausa ocurre pues se requiere un número predeciblemente grande de respuestas para obtener la siguiente recompensa. Dicha postergación es legendaria en la conducta humana. Por ejemplo, considere un semestre en que tiene que escribir muchos trabajos; es probable que usted se ocupe de un trabajo a la vez, pero cuando completó un trabajo seguramente no empezará de inmediato a hacer el siguiente, lo más probable es que hará

una pausa posreforzamiento. Después de concluir un proyecto importante, la gente tiende a tomarse algo de tiempo antes de empezar con el siguiente. De hecho, la postergación entre tareas o antes del inicio de un nuevo empleo es la regla más que la excepción.

Los resultados obtenidos en el laboratorio ofrecen algunas sugerencias para superar la postergación. El desempeño que se observa en el laboratorio, con los programas de razón fija indica que una vez que los animales empiezan a responder en una carrera de razón, lo hacen a una tasa elevada y estable hasta que completan la razón requerida. Esto sugiere que

si de alguna manera logra iniciar el trabajo, es muy posible que no le resulte difícil seguir adelante. Lo difícil es comenzar. Una técnica que funciona bastante bien es decirse a sí mismo que empezará por hacer una pequeña parte del trabajo. Si está intentando escribir un informe, dígame que sólo escribirá el párrafo inicial. Verá que una vez que haya completado el primer párrafo le será más fácil escribir el segundo, luego el siguiente y así sucesivamente. Si está postergando la limpieza de primavera, en lugar de pensar en hacer todo el trabajo empiece con una pequeña parte del mismo, como lavar el piso de la cocina. El resto será más fácil.

siguiente. Los programas de intervalo fijo se encuentran en situaciones donde se necesita una cantidad fija de tiempo para preparar el reforzador. Una lavadora opera de acuerdo con un programa de intervalo fijo. Se requiere una cantidad fija de tiempo para completar cada ciclo de lavado. No importa cuántas veces abra la lavadora antes que haya transcurrido el tiempo requerido, no será reforzado con la ropa limpia. Una vez que termina el ciclo, el reforzador está disponible y a partir de ese momento puede sacar su ropa limpia en cualquier momento.

En el laboratorio se pueden preparar contingencias similares. Por ejemplo, considere un programa de intervalo fijo cuatro minutos (IF cuatro minutos) para el picoteo de las palomas. En este programa, un ave sería reforzada por el primer picoteo emitido después que hayan transcurrido cuatro minutos desde la última entrega de la comida (o desde el inicio del ciclo del programa). Como nunca se refuerzan los picoteos realizados antes de los cuatro minutos del ensayo, los participantes aprenden a esperar para responder únicamente al final del periodo del IF (figura 6.2). La tasa de respuestas aumenta a medida que se acerca el momento en que estará disponible el siguiente reforzador. Este incremento en la tasa de respuestas se manifiesta en el registro acumulativo, hacia el final del intervalo fijo, como una aceleración. Por consiguiente, se conoce como **festón del intervalo fijo** al patrón de respuestas que se desarrolla en los programas de reforzamiento de intervalo fijo.

El desempeño en un programa de intervalo fijo refleja la precisión del sujeto para discriminar el tiempo. (En el capítulo 12 veremos con mayor detalle la psicología de la medición del tiempo.) Si los sujetos fueran totalmente incapaces de discernir el tiempo, sería igualmente probable que respondieran en cualquier punto del ciclo del IF. La pausa posreforzamiento y la aceleración posterior hacia el final del intervalo reflejan la capacidad para distinguir el tiempo. ¿Cómo podría mejorarse esa capacidad? La experiencia común sugiere que tener un reloj de algún tipo haría mucho más sencillo calcular los intervalos. Lo mismo sucede con las palomas en un programa de IF. En un estudio, el reloj consistía en un punto de luz que iba creciendo a

medida que transcurría el tiempo durante el ciclo del intervalo fijo. La introducción de este estímulo (el reloj) aumentó la duración de la pausa posreforzamiento y ocasionó que la respuesta se acercara al final del ciclo del IF (Ferster y Skinner, 1957).

Es importante darse cuenta de que un programa de intervalo fijo no asegura que el reforzador será entregado en cierto punto del tiempo. Las palomas en un programa IF cuatro minutos, no obtienen acceso al grano automáticamente cada cuatro minutos. El intervalo únicamente determina cuándo estará *disponible* el reforzador, no cuándo será entregado. Para recibir el reforzador después que se ha hecho disponible, el sujeto todavía tiene que dar la respuesta instrumental. (Consulte las revisiones hechas por Staddon y Cerutti, 2003; y por Jozefowicz y Staddon, 2008, sobre la medición del intervalo fijo y la conducta operante.)

La programación de los exámenes en los cursos universitarios tiene grandes semejanzas con el programa básico de intervalo fijo. Generalmente, se aplican sólo dos o tres exámenes que se distribuyen de manera uniforme durante el semestre. El patrón de estudio que fomenta dicho programa es muy similar al observado con un programa de intervalo fijo en el laboratorio. Los estudiantes dedican poco esfuerzo al estudio al inicio del semestre o justo después del examen parcial. Normalmente empiezan a estudiar una o dos semanas antes de cada examen y la tasa del estudio aumenta con rapidez a medida que se acerca el día del examen. Curiosamente, los legisladores estadounidenses se comportan de la misma manera, redactan proyectos de ley a tasas mucho más altas a medida que se aproxima el final de las sesiones del congreso (Critchfield *et al.*, 2003).

Programa de intervalo variable

En los programas de intervalo fijo, las respuestas son reforzadas si ocurren después de que haya transcurrido una cantidad fija de tiempo, desde el inicio del ensayo o ciclo del programa. Los programas de intervalo también pueden ser impredecibles. En un **programa de intervalo variable (IV)**, las respuestas sólo se refuerzan si ocurren después que ha transcurrido un lapso variable desde el inicio del ensayo o el ciclo del programa.

Los programas de intervalo variable se encuentran en situaciones en que se necesita que pase una cantidad impredecible de tiempo para preparar el reforzador. Un mecánico que no puede decirle cuánto tiempo le llevará arreglarle el carro le impone un programa de intervalo variable. El carro no estará listo por cierto tiempo, durante el cual los intentos por recogerlo no serán reforzados. No puede predecirse cuánto tiempo tiene que transcurrir antes que el carro esté listo. Un empleado de ventas, en una panadería, también está en un programa de reforzamiento de IV. Tiene que pasar cierto tiempo después de esperar a un cliente antes de que otro entre a la tienda a comprar algo. Sin embargo, el intervalo entre clientes es impredecible.

En un estudio de laboratorio puede prepararse un programa de IV en que la primera pella de comida esté disponible cuando haya transcurrido al menos un minuto desde el inicio de la sesión, la segunda pella estará lista cuando hayan transcurrido al menos tres minutos desde la pella anterior, y el tercer reforzador quedará disponible cuando hayan pasado al menos dos minutos desde la pella anterior. En este procedimiento, el intervalo promedio que tiene que transcurrir antes que los reforzadores sucesivos queden disponibles es de dos minutos. Por consiguiente, el procedimiento se denominaría programa de intervalo variable dos minutos o IV dos minutos.

Igual que en los programas de intervalo fijo, el sujeto tiene que realizar la respuesta instrumental para obtener el reforzador. Los reforzadores no son gratuitos, sólo se entregan si el individuo responde después que terminó el intervalo variable. Igual que los programas de razón variable, los programas de intervalo variable mantienen tasas estables y constantes de respuestas sin pausas regulares (figura 6.2).

Programas de intervalo y disponibilidad limitada

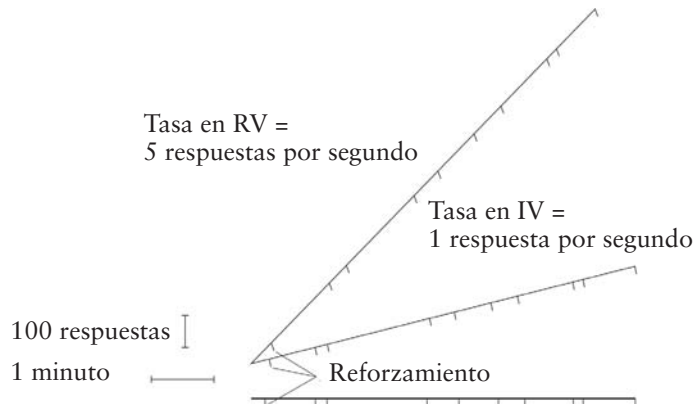
En los programas simples de intervalo, una vez que el reforzador está disponible permanece así hasta que se realiza la respuesta requerida, sin importar cuánto tiempo se lleve. Por ejemplo, en un programa IF dos minutos el reforzador queda disponible dos minutos después del inicio del ciclo del programa. El animal será reforzado si responde exactamente en ese momento. Si espera y responde 90 minutos más tarde, todavía será reforzado. Una vez que el reforzador está listo, permanece disponible hasta que se emite la respuesta.

En el caso de los programas de intervalo fuera del laboratorio, es más común que los reforzadores sólo estén disponibles por periodos limitados. Por ejemplo, considere la cafetería del dormitorio. Las comidas sólo se sirven a intervalos fijos. Por lo tanto, acudir a la cafetería sólo es reforzado después que ha pasado cierta cantidad de tiempo desde la última comida. No obstante, una vez que la comida está disponible, cuenta con una cantidad limitada de tiempo para obtenerla. Este tipo de restricción en el tiempo que permanece asequible un reforzador se conoce como **disponibilidad limitada**. Las restricciones de disponibilidad limitada pueden añadirse a los programas de intervalo fijo y de intervalo variable.

Comparación de los programas de razón y de intervalo

Existen semejanzas notables entre los patrones de respuesta mantenidos por los programas simples de razón y de intervalo. Como hemos visto, tanto en los programas de razón fija como en los de intervalo fijo hay una pausa posreforzamiento después de cada entrega del reforzador. Además, tanto RF como IF producen tasas altas de respuesta justo antes de la entrega del siguiente reforzador. En contraste, los programas de razón variable y de intervalo variable mantienen tasas constantes de respuesta, sin pausas predecibles. ¿Significa esto que los programas de razón y de intervalo motivan la conducta de la misma manera? ¡En absoluto! Las semejanzas superficiales ocultan diferencias fundamentales en los mecanismos motivacionales subyacentes de los programas de intervalo y de razón.

La evidencia inicial de las diferencias fundamentales entre los programas de razón y de intervalo fue proporcionada por un importante experimento de Reynolds (1975). Reynolds comparó la tasa de picoteo de la tecla con palomas reforzadas con programas de razón variable y de intervalo variable. Se entrenó a dos palomas para que picotearan la tecla de respuestas para recibir reforzamiento alimenticio. Una de las aves fue reforzada con un programa de razón variable, por lo que su frecuencia de reforzamiento dependía por completo de su tasa de respuestas. La otra paloma fue reforzada con un programa de intervalo variable. Para asegurarse que las oportunidades de reforzamiento fuesen idénticas para ambas aves, el programa IV era controlado por la conducta de la paloma reforzada con el programa de RV. Cada vez que la paloma en el programa de razón variable estaba a una sola respuesta de cumplir el requisito de reforzamiento en ese ensayo, el experimentador terminaba el tiempo de espera para el ave en

**FIGURA 6.3**

Registro acumulativo de dos palomas, una reforzada con un programa de razón variable (RV) y la otra acoplada a ella con un programa de intervalo variable (IV). Aunque las dos palomas recibieron la misma tasa de reforzamiento, la sometida a RV respondió cinco veces más rápido que el ave con IV. (Tomado de *A Primer of Operant Conditioning*, 2a. edición, por G. S. Reynolds. Derechos reservados © 1975 por Scott Foresman. Reproducido con autorización.)

el programa de intervalo variable. Con este arreglo se reforzaba la siguiente respuesta de cada paloma. Por lo tanto, la frecuencia de reforzamiento era prácticamente idéntica para los dos animales.

La figura 6.3 muestra el registro acumulativo del picoteo exhibido por cada ave. Aunque las dos palomas recibieron la misma frecuencia y distribución de reforzadores, su comportamiento fue diferente. La paloma reforzada con el programa RV respondió a una tasa mucho más alta que la que fue reforzada con el programa IV. El programa RV motivó una conducta instrumental mucho más vigorosa. Desde entonces, este hallazgo básico se ha reproducido en numerosos estudios y ha estimulado interesantes análisis teóricos (Baum, 1993; Cole, 1994, 1999; Reed, 2007a, b).

También en estudiantes de licenciatura se han encontrado resultados similares a los que Reynolds observó en las palomas (Raia, Shillingford, Miller y Baier, 2000). La tarea era similar a un juego de video en que aparecía un objetivo en la pantalla de la computadora y los estudiantes tenían que maniobrar una nave espacial y “disparar” al objetivo con una palanca de mando como respuesta instrumental. Luego de hacer un blanco directo en el objetivo, los sujetos recibían cinco centavos de dólar, pero no todos los “blancos” eran reforzados. La decisión de qué instancia de la respuesta instrumental era reforzada dependía del programa de reforzamiento dispuesto en el software. Los estudiantes fueron asignados en parejas, pero cada uno trabajaba en un cubículo separado y no sabía que tenía un compañero. Un miembro de cada pareja recibía reforzamiento de acuerdo a un programa de razón variable. El otro integrante de la pareja era reforzado con un programa de intervalo variable acoplado al programa RV. De este modo, igual que en el experimento con las palomas, los reforzadores estaban disponibles para los dos sujetos al mismo tiempo, pero uno controlaba el acceso al reforzador por medio de un programa RV y el otro no.

Raia y sus colaboradores (2000) estudiaron los efectos del moldeamiento de la respuesta, las instrucciones y la presencia de una respuesta consumatoria sobre

el desempeño en el procedimiento acoplado RV-IV. (La respuesta consumatoria era recoger el reforzador de cinco centavos de dólar cada vez que se entregaba y depositarlo en una alcancía de cochinito.) Un conjunto de condiciones era muy similar al estudio con las palomas: los estudiantes fueron moldeados para emitir la respuesta instrumental, recibieron instrucciones mínimas y se les pidió que realizaran la respuesta consumatoria. Curiosamente, en esas condiciones el desempeño de los universitarios fue igual al de las palomas. Los individuos de cada pareja que eran reforzados con el programa de razón variable mostraron las tasas de respuestas más altas.

Las tasas de respuestas más altas que ocurren en los programas de razón en comparación con los programas de intervalo son un claro ejemplo de la manera en que los programas pueden modificar la motivación de la conducta instrumental. Una teoría simplista podría suponer que la tasa de respuestas es sólo una función de cuántos reforzadores recibe el participante. Pero, en los experimentos descritos antes, las tasas de reforzamiento eran idénticas en las condiciones de los programas de razón y de intervalo. No obstante, los programas de razón produjeron mucha más conducta. Esta es una noticia importante para un gerente que trata de sacar el mayor provecho de sus empleados. En una situación laboral, el reforzador es proporcionado por el salario obtenido por los empleados. El experimento de Reynolds nos dice que el gerente puede lograr que los empleados trabajen más duro por la misma paga si las remuneraciones se proporcionan con un programa de razón más que con uno de intervalo.

¿A qué se debe que los programas de razón produzcan tasas más altas de respuesta que los de intervalo? Los investigadores se han concentrado en dos explicaciones alternativas.

Reforzamiento de los TER

La primera explicación de las tasas más altas de respuesta que se observan en los programas de razón se enfoca en el espacio o intervalo entre una respuesta y la siguiente. Ese intervalo se conoce como el **tiempo entre respuestas (TER)**. En el capítulo 5 se observó que el reforzamiento puede incrementar varias características de la conducta; una de ellas es el intervalo entre respuestas sucesivas. Si el sujeto es reforzado por una respuesta que ocurre poco después de la precedente, entonces se refuerza un TER corto y los TER cortos se hacen más probables en el futuro. Por otro lado, si el sujeto es reforzado por una respuesta que termina un TER largo, entonces se refuerza un TER largo y este tipo de TER se hace más probable en el futuro. Un sujeto cuyos tiempos entre respuestas son principalmente cortos está respondiendo a una tasa elevada. En contraste, un sujeto con tiempos entre respuestas predominantemente largos está respondiendo a una tasa baja.

¿Cómo determinan los programas de razón y de intervalo el reforzamiento de los tiempos entre respuestas? Considere un programa de razón. Con un programa de este tipo no existen restricciones temporales y entre más rápido complete el participante la razón requerida, más pronto recibirá el reforzador. En consecuencia, un programa de razón favorece que no se espere demasiado entre respuestas y apoya tiempos entre respuestas cortos. Los programas de razón refuerzan diferencialmente tiempos entre respuestas cortos.

En contraste, en los programas de intervalo no resultan ventajosos los tiempos entre respuestas cortos; de hecho, estos programas favorecen una espera más

larga entre respuestas. Por ejemplo, considere un programa de reforzamiento alimenticio IF dos minutos. Cada pella de comida se hace disponible dos minutos después que se entregó la última. Si el participante responde de manera frecuente antes que esté lista la bolita de comida, esas respuestas y los TER cortos no serán reforzados. Por otro lado, si el participante espera un tiempo largo entre respuestas (emitiendo TER largos), es más probable que esas respuestas ocurran después de transcurridos los dos minutos y, por ende, es más probable que sean reforzadas. Por consiguiente, los programas de intervalo refuerzan diferencialmente TER largos y de este modo producen tasas de respuestas más bajas que los programas de razón (Baum, 1993; Cole, 1994, 1999; Tanno y Sakagami, 2008).

Funciones de retroalimentación

La segunda explicación importante de las tasas de respuestas más altas que se observan en los programas de razón se concentra en la relación entre las tasas de respuestas y las tasas de reforzamiento calculadas para una sesión experimental completa o un periodo prolongado (por ejemplo, Reed, 2007a, b). Esta relación se denomina *función de retroalimentación* porque se considera que el reforzamiento es la retroalimentación o consecuencia de la respuesta.

A la larga, ¿cuál es la relación entre la tasa de respuestas y la tasa de reforzamiento en los programas de razón? La respuesta es bastante simple. Dado que en los programas de razón el único requisito para el reforzamiento es dar cierto número de respuestas, entre más rápido complete el sujeto la razón requerida, más pronto obtiene el siguiente reforzador. Por lo tanto, la tasa de respuestas tiene una relación directa con la tasa de reforzamiento. Entre mayor sea la tasa de respuestas más reforzadores recibirá el sujeto por hora y mayor será su tasa de reforzamiento. Además, no hay límite a esta función creciente. No importa con qué rapidez responda el sujeto, si puede incrementar todavía más su tasa de respuestas disfrutará del incremento correspondiente en la tasa de reforzamiento. La función de retroalimentación para un programa de razón es una función lineal creciente y no tiene límite.

¿Qué hay respecto a la función de retroalimentación de un programa de intervalo? Los programas de intervalo establecen un límite superior al número de reforzadores que puede obtener un sujeto. Por ejemplo, en un programa IV dos minutos, si el sujeto obtiene cada reforzador en cuanto está disponible puede obtener un máximo de 30 reforzadores por hora. Como en un programa de intervalo variable cada ensayo empieza con un periodo en que no está disponible el reforzador, hay un límite superior al número de reforzadores que puede obtener un sujeto. En un programa IV dos minutos, el límite es de 30 reforzadores por hora. Un sujeto no puede incrementar su tasa de reforzamiento por arriba de 30 por hora, no importa cuánto aumente su tasa de respuestas.

Médicos, abogados y estilistas que tienen una práctica privada son pagados de acuerdo con un programa de razón con una función de retroalimentación linealmente creciente. Sus ingresos dependen del número de clientes o de procedimientos que realicen cada día. Entre más procedimientos lleven a cabo, más dinero ganan y no hay límite a esta relación. No importa cuánto dinero estén ganando, si pueden atender a otro cliente pueden ganar otro honorario. Esto contrasta con los empleados asalariados en un supermercado o en una oficina de correos, quienes no pueden incrementar sus salarios aumentando sus esfuerzos. Su única esperanza es que su diligencia sea reconocida cuando se considere a los empleados

para un aumento o una promoción cada seis meses. La escala de sueldos para los empleados asalariados tiene fuertes componentes de un programa de intervalo.

CONDUCTA DE ELECCIÓN: PROGRAMAS CONCURRENTES

Los programas de reforzamiento descritos hasta ahora estaban orientados hacia una sola respuesta, así como a su reforzamiento. La claridad de las situaciones de una sola respuesta facilita el descubrimiento científico, pero los experimentos en que sólo se mide una respuesta ignoran parte de la riqueza y complejidad de la conducta. Aun en una situación simple, como la caja de Skinner, los organismos realizan diversas actividades y continuamente eligen entre alternativas posibles. Una paloma puede picotear la única tecla de respuestas en la caja, acicalarse o moverse alrededor de la cámara. También la gente debe elegir constantemente lo que va a hacer. ¿Irá al cine o se quedará en casa a ver televisión? Si se queda en casa, ¿qué programa verá?, ¿lo verá hasta el final o cambiará de canal? Entender los mecanismos de la elección es fundamental para comprender la conducta, ya que la mayoría de lo que hacemos es el resultado de elegir una actividad sobre otra.

Las situaciones de elección pueden ser complicadas. Por ejemplo, una persona quizá pueda optar entre 12 actividades distintas (divertirse con un juego de video, ver televisión, enviar mensajes de texto a un amigo, jugar con el perro, etc.), cada una de las cuales produce un tipo diferente de reforzador de acuerdo con un programa de reforzamiento distinto. Analizar todos los factores que controlan las elecciones de un individuo puede ser una tarea formidable, si no es que imposible. Por consiguiente, los psicólogos iniciaron las investigaciones experimentales de los mecanismos de la elección estudiando situaciones más simples. La situación de elección más sencilla es una que contiene dos alternativas de respuesta, cada una de las cuales es seguida por un reforzador de acuerdo con su propio programa de reforzamiento.

Numerosos estudios de elección se han efectuado en cajas de Skinner, equipadas con dos teclas de respuesta en que podría picotear una paloma. En el experimento típico, la respuesta en cada tecla es reforzada con algún programa de reforzamiento. Los dos programas están en efecto al mismo tiempo (de manera concurrente) y el sujeto tiene la libertad para cambiar de una tecla de respuestas a la otra. Este tipo de procedimiento se conoce como **programa concurrente**. Los programas concurrentes permiten la medición continua de la elección, pues el organismo tiene la libertad para cambiar entre las alternativas de respuesta en cualquier momento.

Jugar en las máquinas tragamonedas en un casino está bajo un programa concurrente con varias opciones de respuesta. Cada tipo de máquina tragamonedas opera con un programa de reforzamiento diferente y uno puede jugar en cualquiera de ellas. Además, se tiene la libertad de cambiar de una máquina a otra en cualquier momento. Más cerca de casa, operar el control remoto de la televisión también está bajo un programa concurrente. Puede elegir ver cualquiera de varios canales. Algunos canales son más interesantes que otros, lo cual indica que la conducta de ver la televisión es reforzada de acuerdo a diferentes programas de reforzamiento en los distintos canales. Igual que con las máquinas tragamonedas, también puede cambiar su selección en cualquier momento. Hablar con distintas personas en una fiesta implica contingencias similares. Además puede hablar con quien quiera y acercarse a alguien más si la conversación se vuelve aburrida, condenándolo a una tasa reducida de reforzamiento.

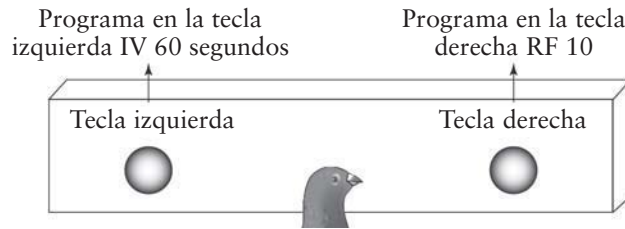
**FIGURA 6.4**

Diagrama de un programa concurrente para palomas. Los picoteos en la tecla izquierda son reforzados de acuerdo con un programa de reforzamiento IV 60 segundos. Los picoteos en la tecla derecha son reforzados de acuerdo con un programa de reforzamiento RF 10.

La figura 6.4 muestra un ejemplo de laboratorio de un programa concurrente. Si la paloma picotea la tecla de la izquierda recibe comida de acuerdo a un programa IV 60 segundos. Los picoteos en la tecla derecha producen comida de acuerdo con un programa RF 10. En todo momento la paloma es libre de picotear en cualquier lado. El propósito del experimento es ver cómo distribuye la paloma sus picoteos entre las dos teclas y cómo influye en sus elecciones el programa de reforzamiento vigente en cada tecla.

Medidas de la conducta de elección

La elección de un individuo en un programa concurrente se refleja en la distribución de su conducta entre las dos alternativas de respuesta, lo cual puede medirse de varias maneras. Una técnica común es calcular la *tasa relativa de respuestas* en cada alternativa. Por ejemplo, para calcular la tasa relativa de respuestas en la tecla izquierda se divide la tasa de respuestas emitidas en la tecla izquierda entre la tasa total de respuestas (tecla izquierda más tecla derecha). Para expresar esto de manera matemática, digamos que C_i es el picoteo o conducta en la tecla izquierda y C_d es la conducta en la tecla derecha. Entonces, la tasa relativa de respuestas en la tecla izquierda es:

$$\frac{C_i}{(C_i + C_d)} \quad (6.1)$$

Si la paloma picotea con la misma frecuencia en las dos teclas de respuesta, la razón será 0.5. Si la tasa de respuestas en la tecla izquierda es mayor que la tasa de respuestas en la tecla derecha, la razón será mayor de 0.5. Por otro lado, si la tasa de respuestas en la tecla izquierda es menor que la tasa de respuestas en la tecla derecha, la razón será menor de 0.5. La tasa relativa de respuestas en la tecla derecha (C_d) puede calcularse de la misma manera.

Como podría sospechar, la forma en que un organismo distribuye su conducta entre las dos alternativas de respuesta es influida en gran medida por el programa de reforzamiento en efecto, para cada respuesta. Por ejemplo, si el mismo programa de intervalo variable está disponible para cada alternativa de respuesta, como en un procedimiento concurrente IV 60 segundos IV 60 segundos, la paloma picoteará ambas teclas con la misma frecuencia. La tasa relativa de respuestas para los picoteos en cada lado será de 0.5. Este resultado es intuitivamente razonable. Si la paloma ocupara su tiempo picoteando un solo lado, perdería los reforzadores programados en el otro lado. El ave puede obtener más reforzadores

picoteando en ambos lados. Como el programa IV disponible en cada lado es el mismo, no hay ventaja en responder más en un lado que en el otro.

Al responder con igual frecuencia en cada lado de un programa concurrente IV 60 segundos IV 60 segundos, la paloma también obtendrá reforzadores con la misma frecuencia en cada lado. La tasa relativa de reforzamiento obtenida en cada alternativa de respuesta puede calcularse de manera similar a la tasa relativa de respuestas. Digamos que la tasa de reforzamiento obtenida en la tecla izquierda es r_I y que la tasa de reforzamiento obtenida en la tecla derecha es r_D . Por lo tanto, la tasa relativa de reforzamiento obtenida en la tecla izquierda será r_I dividido entre la tasa total de reforzamiento (la suma de la tasa de recompensas obtenidas en la tecla izquierda y la tasa de recompensas obtenidas en la tecla derecha). Esto se expresa con la fórmula

$$\frac{r_I}{(r_I + r_D)} \quad (6.2)$$

donde r_I y r_D representan las tasas de reforzamiento obtenidas en cada alternativa de respuesta. En un programa concurrente IV 60 segundos IV 60 segundos, la tasa relativa de reforzamiento para cada alternativa de respuesta será 0.5 debido a que los sujetos obtienen las recompensas con igual frecuencia en cada lado.

La ley de igualación

Como hemos visto, con un programa concurrente IV 60 segundos IV 60 segundos, tanto la tasa relativa de respuestas como la tasa relativa de reforzamiento para cada alternativa de respuesta son de 0.5. De este modo, la tasa relativa de respuesta es igual a la tasa relativa de reforzamiento. ¿Se observará también esta igualdad si las dos alternativas de respuesta no se refuerzan con el mismo programa? Esta importante pregunta fue planteada por Herrnstein (1961).

Herrnstein estudió la distribución de respuestas en varios programas concurrentes IV-IV en que la tasa máxima total de reforzamiento que podían obtener las palomas se fijó en 40 por hora. Dependiendo del valor exacto de cada programa IV, podían obtenerse diferentes proporciones de los 40 reforzadores picoteando las teclas izquierda y derecha. Por ejemplo, considere un programa concurrente IV seis minutos IV dos minutos. Con dicho programa se podría obtener un máximo de 10 reforzadores por hora, respondiendo en el IV seis minutos y un máximo de 30 reforzadores por hora respondiendo en la alternativa IV dos minutos.

No había restricción respecto a qué lado podían picotear las palomas en los diversos programas concurrentes IV-IV que probó Herrnstein. Las palomas podían responder exclusivamente en un lado o el otro, o podían dividir sus picoteos entre ambos lados en diversas proporciones. Según resultó, las aves distribuyeron sus respuestas de manera muy predecible. Los resultados, resumidos en la figura 6.5, indican que la tasa relativa de respuestas en una determinada alternativa siempre era casi igual a la tasa relativa de reforzamiento obtenido en esa alternativa. Si las palomas obtenían una mayor proporción de sus reforzadores con la tecla izquierda, en ese lado daban una proporción correspondientemente mayor de sus respuestas. La tasa relativa de respuestas en una alternativa *igualaba* la tasa relativa de reforzamiento obtenida en esa alternativa. En muchos otros experimentos se obtuvieron resultados similares, lo cual animó a Herrnstein a exponer la relación como una ley de la conducta, la **ley de igualación**. (Para una antología



R. J. Herrnstein

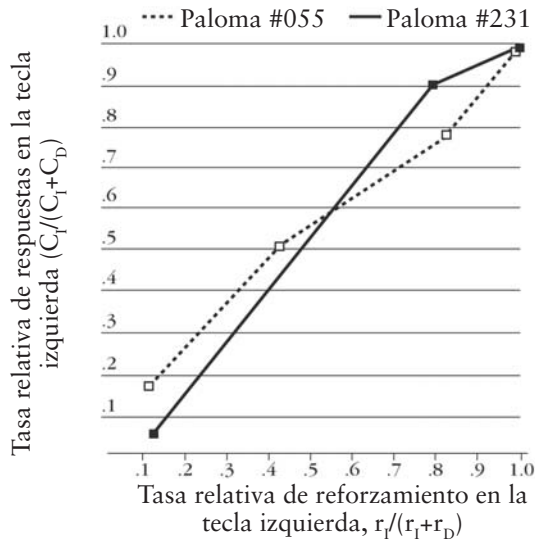


FIGURA 6.5

Resultados de varios programas concurrentes IV IV que fueron probados con palomas. Observe que en los diferentes programas, la tasa relativa de respuestas es casi igual a la tasa relativa de reforzamiento (la igualdad). (Tomado de "Relative and Absolute Strength of Response as a Function of Frequency of Reinforcement", por R. J. Herrnstein, 1961, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, pp. 267-272. Derechos reservados © 1961 por la Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Reproducido con autorización.)

de los trabajos de Herrnstein sobre el tema, consulte Herrnstein, 1997. Josefowicz y Staddon, 2008, hicieron una revisión más reciente de la ley de igualación.)

Existen dos expresiones matemáticas comunes de la ley de igualación. En una formulación, la tasa de respuestas o de conducta (C) y la tasa de reforzamiento (r) en una alternativa se expresan como una proporción de las tasas totales de respuestas y de reforzamiento, de la siguiente manera:

$$\frac{C_I}{(C_I + C_D)} = \frac{r_I}{(r_I + r_D)} \quad (6.3)$$

Como vimos antes, en esta ecuación C_I y C_D representan las tasas de conducta en las teclas izquierda y derecha, mientras que r_I y r_D representan las tasas de reforzamiento obtenidas en cada alternativa de respuesta.

Aunque la segunda formulación de la ley de igualación es más simple, matemáticamente es equivalente a la ecuación 6.3. En la segunda versión, las tasas de respuesta y de reforzamiento en una alternativa se expresan como una proporción de las tasas de respuesta y reforzamiento en la otra alternativa, de la siguiente forma:

$$\frac{C_I}{C_D} = \frac{r_I}{r_D} \quad (6.4)$$

Ambas expresiones matemáticas de la ley de igualación representan el mismo principio básico, a saber, que las *tasas relativas de respuesta igualan las tasas relativas de reforzamiento*. La ley de igualación ha tenido un gran impacto en la forma en que pensamos sobre la conducta instrumental. La idea más importante surgida de la ley de igualación es que la tasa de una respuesta particular no depende únicamente de la tasa de reforzamiento de esa respuesta. El hecho de que una conducta ocurra con mucha o poca frecuencia no sólo depende de su propio programa de reforzamiento, sino también de las tasas de reforzamiento de otras

actividades que el individuo puede realizar. Un determinado programa simple de reforzamiento, que es muy eficaz en un ambiente pobre en recompensas, puede tener poco impacto si existen muchas fuentes alternativas de reforzamiento. Por lo tanto, la manera en que entrenemos y motivemos una respuesta particular (por ejemplo, el estudio en los alumnos de bachillerato) debe tener en consideración otras actividades y fuentes de reforzamiento de que dispongan los individuos.

La importancia de las fuentes alternativas de reforzamiento ha aportado ideas muy útiles sobre conductas problemáticas, como en las relaciones sexuales sin protección en parejas adolescentes, que redundan en embarazos no deseados, abortos y enfermedades de transmisión sexual. A partir de los conceptos de la ley de igualación, Bulow y Meller (1998) predijeron que “las chicas adolescentes que viven en ambientes con muy poco reforzamiento son más propensas a involucrarse en conductas sexuales que las muchachas cuyos ambientes les ofrecen una selección mayor de oportunidades de reforzamiento” (p. 586). Para probar esta predicción aplicaron una encuesta en chicas adolescentes a las que les preguntaban sobre las cosas que encontraban reforzantes y sus actividades sexuales. A partir de esos datos, los investigadores calcularon las tasas de actividad sexual y del uso de anticonceptivos, así como las tasas de reforzamiento derivadas de las prácticas sexuales y de otras actividades. Los datos se introdujeron luego a la ecuación de la ley de igualación. Los resultados fueron impresionantes. La ley de igualación predijo la frecuencia de la actividad sexual con una precisión de 60% y el uso de anticonceptivos con una precisión de 67%. Esos hallazgos sugieren que los esfuerzos por reducir las prácticas sexuales sin protección entre los adolescentes no sólo deben considerar sus actividades sexuales, sino también otras cosas que pueden aprender a disfrutar (como practicar algún deporte o tocar un instrumento musical).

Subigualación, sobreigualación y sesgo de respuesta

La ley de igualación indica con claridad que las elecciones no se hacen de manera caprichosa, sino que son una función ordenada de las tasas de reforzamiento. Aunque la ley de igualación ha disfrutado de mucho éxito y ha orientado buena parte de la investigación durante los últimos 40 años, las tasas relativas de respuesta no siempre igualan con exactitud las tasas relativas de reforzamiento. La caracterización precisa de la función de igualación es tema de muchas investigaciones (Baum, 1979; Davison y McCarthy, 1988; McDowell, 2005).

La mayor parte de los casos en que la conducta de elección no se ajusta perfectamente a la relación de igualación pueden adecuarse mediante la adición de dos parámetros, p y s , a la ecuación 6.4. Esta forma generalizada de la ley de igualación (Baum, 1974) es la siguiente:

$$C_I/C_D = p(r_I/r_D)^s \quad (6.5)$$

El parámetro s representa la *sensibilidad* de la conducta de elección a las tasas relativas de reforzamiento para las alternativas de respuesta. Cuando la igualación es perfecta, s es igual a 1. En ese caso, las tasas relativas de respuesta son una función directa de las tasas relativas de reforzamiento. La desviación más común de la igualación perfecta implica una menor sensibilidad de la conducta de elección a las tasas relativas de reforzamiento. Dichos resultados se conocen como **subigualación**, y pueden ser contenidos por la ecuación 6.5 haciendo que el expo-



Cortesía de W. M. Baum

W. M. Baum

nente s sea menor de uno. Advierta que si el exponente s es menor de uno, el valor del término que representa las tasas relativas del reforzador (r_A/r_B) se vuelve más pequeño, lo que indica la menor sensibilidad a la tasa relativa de reforzamiento.

Se ha encontrado que muchas variables influyen en el parámetro de sensibilidad, incluyendo la especie probada, el esfuerzo o dificultad implicados en cambiar de una alternativa a la otra y los detalles de cómo se construyen los programas alternativos. En general, la subigualación se reduce si hay menos reforzamiento por cambiar de una alternativa de respuesta a la otra y si los sujetos tienen más experiencia con el procedimiento de elección (consulte el trabajo de Jozefowicz y Staddon, 2008).

El parámetro p en la ecuación 6.5 representa el *sesgo* (o preferencia) *de respuesta*. En los experimentos originales de Herrnstein (y de los muchos que le han seguido), las aves eligieron entre dos respuestas del mismo tipo (picotear una tecla de respuestas) y cada respuesta era reforzada con el mismo tipo de reforzador (breve acceso a la comida). El sesgo de respuesta influye en la elección cuando las alternativas de respuesta requieren diferentes cantidades de esfuerzo o si el reforzador que se proporciona a una respuesta es mucho más deseable que el que se ofrece a la otra respuesta. La preferencia (o sesgo) por una respuesta o un reforzador sobre los otros da por resultado que se responda más en el lado preferido y es representada por un valor más alto del parámetro del sesgo o preferencia (p).

La ley de igualación y los programas simples de reforzamiento

Si la ley de igualación es una característica fundamental de la conducta, entonces también se debería caracterizar al comportamiento observado en los programas simples de reforzamiento. Sin embargo, en los programas simples sólo se proporciona un manipulando. ¿Cómo puede aplicarse a una sola respuesta una ley que describe la elección entre varias alternativas?

Como Herrnstein (1970) señaló, puede considerarse que incluso las situaciones de una sola respuesta involucran una elección entre realizar la respuesta especificada (como presionar una palanca o picotear una tecla) y participar en otras actividades posibles (acicalarse, dar vueltas, picotear el piso, olfatear los hoyos en la cámara experimental). En un programa simple el sujeto recibe reforzamiento explícito por realizar una respuesta operante específica. Además, es indudable que recibe reforzadores por las otras actividades en que podría participar (algunas de las cuales son recompensas intrínsecas). Por consiguiente, el reforzamiento total en un experimento, con un programa simple, incluye tanto las recompensas extrínsecas programadas como las otras fuentes no programadas de reforzamiento. Esas consideraciones permiten aplicar la ley de igualación a los programas de reforzamiento con una sola respuesta.

Supongamos que C_x representa la tasa de la respuesta operante especificada u objetivo en el programa, C_o representa la tasa de las otras actividades del animal, r_x es la tasa del reforzamiento explícito programado y r_o es la tasa de reforzamiento no programado para las otras actividades. Si esos valores sustituyen los valores de la ecuación 6.3, la ley de igualación para las situaciones con una sola respuesta puede expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{C_x}{(C_x + C_o)} = \frac{r_x}{(r_x + r_o)} \quad (6.6)$$

La solución de esta ecuación para C_x proporciona lo siguiente:

$$C_x = \frac{(C_x + C_o)r_x}{(r_x + r_o)} \quad (6.7)$$

Esta ecuación puede resolverse si uno supone que $(C_x + C_o)$ es igual a una constante independientemente del reforzador empleado. Si se denomina k a la constante, la ecuación 6.7 puede replantearse de la siguiente manera:

$$C_x = \frac{kr_x}{(r_x + r_o)} \quad (6.8)$$

Esta ecuación predice que la tasa de respuesta (R_x) estará directamente relacionada con la tasa de reforzamiento para esa respuesta de manera negativamente acelerada. Otra implicación de la ecuación, de interés clínico particular, es que la tasa de la respuesta objetivo (C_x) habrá de disminuir a medida que se incremente la tasa de fuentes alternativas de reforzamiento (r_o). Por lo tanto, la ecuación 6.8 ofrece dos formas de cambiar la tasa de una respuesta: cambiar su tasa de reforzamiento o cambiar la tasa de otras fuentes de reforzamiento. (Para conocer aplicaciones recientes de la ley de igualación generalizada a situaciones con una sola respuesta, consulte los trabajos de Dallery, Soto y McDowell, 2005; McDowell, 2005.)

Mecanismos de la ley de igualación

La ley de igualación describe la forma en que los organismos distribuyen sus respuestas en una situación de elección, pero no explica qué mecanismos son responsables de esta distribución de la respuesta. Es más una ley descriptiva de

RECUADRO 6.2

La ley de igualación y la conducta humana compleja

Se ha encontrado que la ley de igualación y sus implicaciones se aplican a una amplia variedad de conductas humanas que incluyen la conversación social (Borrero *et al.*, 2007), el cortejo y la elección de pareja (Takeuchi, 2006), así como las elecciones que conducen al abuso de drogas (por ejemplo, Frisher y Beckett, 2006; Vuchinich y Tucker, 2006). En un interesante estudio reciente, Vollmer y Bourret (2000) examinaron las elecciones tomadas por jugadores de baloncesto colegial en el curso de juegos intercolegiales. Un jugador de baloncesto puede decidir lanzar a la canasta desde un área cercana y por ende obtener dos puntos, o puede decidir lanzar desde un área lejana y obtener por consiguiente tres puntos. Los equipos recaban estadísticas sobre el número de tiros de dos y tres puntos intentados y realizados por jugadores individuales. Esos datos proporcionan información acerca de las tasas relati-

vas de selección de cada alternativa de respuesta. Los datos del equipo también incluyen información sobre el éxito de cada intento, y esos datos pueden emplearse para calcular la tasa de reforzamiento para cada alternativa de respuesta. Vollmer y Bourret examinaron los datos de 13 jugadores en el equipo masculino y 13 jugadoras en el equipo femenino de una universidad grande, y encontraron que la elección relativa de los diferentes tipos de tiro era proporcional a las tasas relativas de reforzamiento para esos tiros. Por consiguiente, la conducta de elección de esos deportistas durante los juegos regulares se ajustó a la ley de igualación.

La ley de igualación también ha sido utilizada para analizar la elección de jugadas en los juegos de fútbol profesional de la American National Football League (Reed, Critchfield y Martins, 2006). Los datos sobre las jugadas de carreras frente a los pases fueron anali-

zados en términos del número de yardas conseguidas como consecuencia de cada jugada. Esta forma de ver el juego proporcionó tasas de respuesta (frecuencia de uno u otro tipo de jugada) y tasas de reforzamiento (yardas ganadas). La ley de igualación generalizada daba cuenta de 75% de la elección de jugadas. El parámetro de sensibilidad demostró que la frecuencia relativa de los pases frente a las carreras subiguó la medida relativa (en yardas) obtenidas por esas jugadas. Por consiguiente, la elección de las jugadas no aprovechó por completo las yardas que podrían haber sido obtenidas. El parámetro del sesgo de respuesta en la ley de igualación generalizada indicó la existencia de un sesgo importante a favor de las carreras. Lo curioso fue que los equipos cuyas jugadas siguieron más de cerca la ley de igualación tuvieron mejores registros de triunfos que los equipos que se desviaron significativamente de la igualación.

la naturaleza que una ley mecanicista. Los factores que pueden ser responsables de la igualación en las situaciones de elección han sido tema de experimentación y debate teórico continuos (revise los trabajos de Davison y McCarthy, 1988; Herrnstein, 1997; Jozefowicz y Staddon, 2008).

La ley de igualación se plantea en términos de tasas de respuesta y de reforzamiento promediadas a lo largo de toda la sesión experimental, pero ignora cuándo se realizan respuestas individuales. Algunas teorías de la igualación son similares en el hecho de que ignoran lo que podría ocurrir a nivel de las respuestas individuales. Esas explicaciones se denominan *teorías molares*. Las teorías molares explican conglomerados de respuestas. Tienen que ver con la distribución total de respuestas y de reforzadores en las situaciones de elección.

En contraste con las teorías molares, otras explicaciones de la relación de igualación se concentran en lo que sucede a nivel de las respuestas individuales y consideran que la relación de igualación es el resultado neto de esas elecciones individuales. A esas explicaciones se les denomina *teorías moleculares*. En una sección anterior se describieron explicaciones moleculares y molares de por qué los programas de razón producen tasas de respuesta más altas que los programas de intervalo. La explicación que enfatizaba el reforzamiento de los tiempos entre respuestas era una explicación molecular o local. En contraste, la explicación que destacaba las funciones de retroalimentación de los programas de razón y de intervalo era una teoría molar. (Baum, 2002, llevó a cabo un análisis detallado de las aproximaciones molecular y molar al análisis de la conducta.)

Igualación y maximización de las tasas de reforzamiento

Las explicaciones de la conducta de elección sometidas a la más exhaustiva investigación se basan en la idea intuitivamente razonable de que los organismos distribuyen sus actividades entre las alternativas de respuesta de modo que puedan recibir la mayor cantidad posible de reforzamiento en la situación. Según esta idea, los animales oscilan entre las alternativas de respuesta para recibir tantos reforzadores como les sea posible. La idea de que los organismos maximizan el reforzamiento ha sido utilizada para explicar la conducta de elección a un nivel de análisis tanto molecular como molar.

Maximización molecular

De acuerdo con las teorías moleculares de la maximización, los organismos siempre eligen la alternativa de respuesta que tenga mayor probabilidad de ser reforzada en el momento (Hinson y Staddon, 1983a, 1983b). Shimp (1966, 1969) propuso una versión temprana de la igualación molecular. Sugirió que cuando dos programas (A y B) están en vigor al mismo tiempo, el sujeto cambia del programa A al programa B a medida que se incrementa la probabilidad de reforzamiento en el programa B. Por ejemplo, considere a una paloma que está trabajando en un programa concurrente IV-IV. Mientras ésta picotea la tecla A, el reloj que controla el reforzamiento para la tecla B sigue corriendo. Entre más tiempo permanezca en la tecla A, mayor será la probabilidad de que haya transcurrido el intervalo requerido por la tecla B y que sea reforzada si responde en esa tecla. Al cambiar, la paloma puede recoger el reforzador correspondiente a la tecla B. Ahora, entre más tiempo siga picoteando en B, más probable es que la tecla A esté lista para entregar el reforzamiento. Shimp propuso que la relación de igualación es un producto secundario del cambio atinado cuando la probabilidad



Cortesía de B. A. Williams

B. A. Williams

de obtener reforzamiento en la tecla de la respuesta alternativa se hace mayor que la probabilidad de ser reforzado en la tecla de respuesta actual.

Los estudios detallados de los patrones de cambio de una a otra alternativa de respuesta no siempre han apoyado la teoría de maximización molecular propuesta por Shimp. De hecho, algunos estudios han demostrado que la igualdad es posible en ausencia de maximización momentánea (Nevin 1979; Machado, 1994; Williams, 1991, 1992), pero aproximaciones posteriores a los análisis moleculares de la conducta de elección han tenido más éxito.

Una aproximación ha enfatizado el análisis de la elección entre dos alternativas en términos del reforzamiento por permanecer en una alternativa particular y el reforzamiento por cambiar a la otra opción. Por ejemplo, puede considerarse que el análisis de una situación en que una rata de laboratorio dispone de dos palancas de respuesta involucra cuatro opciones distintas: permanecer en la palanca derecha, cambiar de la palanca derecha a la izquierda, permanecer en la palanca izquierda y cambiar de la palanca izquierda a la derecha. Cada una de esas cuatro opciones tiene su propia contingencia de reforzamiento en virtud del programa de reforzamiento asignado a cada palanca. Se supone que la distribución relativa de respuestas entre las opciones derecha e izquierda depende de la tasa relativa de reforzamiento por permanecer en cada palanca o por cambiar a la otra (MacDonall, 1999, 2000, 2005). (Para conocer otros análisis de los efectos del reforzamiento local sobre la elección, consulte los trabajos de Davison y Baum, 2003; Krägeloh, Davison y Ellifree, 2005.)

Maximización molar

Las teorías molares de la maximización suponen que los organismos distribuyen sus respuestas entre varias alternativas de modo que se maximice la cantidad de reforzamiento que obtienen a largo plazo, aun cuando no se especifica con claridad qué tan largo debe ser ese plazo. No obstante, en contraste con las teorías moleculares, las molares se orientan en conglomerados de conducta emitida en el curso de algún periodo, usualmente la duración total de la sesión experimental más que en las respuestas individuales de elección.

La teoría de la maximización molar se planteó en principio para explicar la elección en programas concurrentes conformados por componentes de razón. En los programas concurrentes de razón, es raro que los animales cambien entre las alternativas de respuesta. Más bien responden de manera exclusiva en el componente de razón que requiera menos respuestas. Por ejemplo, en un programa concurrente RF 20-RF 10, es probable que el organismo responda únicamente en la alternativa RF 10. De esta manera, maximiza su tasa de reforzamiento con el menor esfuerzo.

En muchas situaciones la maximización molar predice con precisión los resultados de los procedimientos de elección, aunque ciertos hallazgos presentan dificultades para las teorías de maximización global. Una dificultad surge de los resultados de los programas concurrentes de reforzamiento IV-IV. En esos programas, los organismos pueden obtener casi todos los reforzadores disponibles, en ambos programas, siempre y cuando prueben ocasionalmente cada alternativa. Por consiguiente, la cantidad total de reforzamiento obtenido en un programa concurrente IV-IV puede ser casi la misma a pesar de que haya grandes variaciones en la forma en que la respuesta se distribuye entre las dos opciones. La relación de igualdad es sólo una de muchas posibilidades distintas que arrojan tasas de reforzamiento muy cercanas al nivel máximo en los programas concurrentes IV-IV.



E. Fantino

Otra dificultad para la igualación molar proviene de los resultados obtenidos en estudios en los cuales hay una elección entre un programa de razón variable y uno de intervalo variable. En un programa de razón variable el organismo puede obtener reforzamiento en cualquier momento si emite el número requerido de respuestas. En contraste, en un programa de intervalo variable el sujeto sólo tiene que responder ocasionalmente para obtener casi el máximo de reforzadores posibles. Dadas esas diferencias, para obtener un rendimiento máximo en un programa concurrente RV-IV, los sujetos deberían concentrar sus respuestas en la alternativa de razón variable y sólo responder de manera ocasional en el componente de intervalo variable. La evidencia muestra que los animales favorecen el componente de RV, aunque no siempre con la fuerza que predice la maximización global (DeCarlo, 1985; Heyman y Herrnstein, 1986; vea también Baum y Aparicio, 1999). Los participantes humanos también responden en la alternativa IV mucho más de lo que sería prudente si están tratando de maximizar su tasa de reforzamiento (Savastano y Fantino, 1994).

Mejoramiento

El tercer mecanismo importante de la elección que describiremos, el **mejoramiento**, opera en una escala entre los mecanismos moleculares y los molares.

Hay muchos aspectos de la conducta que a largo plazo no son óptimos. La gente hace elecciones que resultan en sobrepeso, dependencia a los cigarrillos o a otras drogas, o a la falta de amigos cercanos. Nadie elige esos resultados finales. Como señalara Herrnstein (1997), “Una persona normalmente no toma una decisión definitiva de convertirse en un dependiente al ejercicio, un avaro, un glotón, un libertino o un apostador; más bien cae en el patrón a través de una miríada de elecciones inocentes, o casi inocentes, cada una de las cuales conlleva poco peso” (p. 285). El mejoramiento pretende describir esas “elecciones inocentes”.

El término *mejoramiento* se refiere a hacer que algo sea mejor, no a elegir la mejor alternativa en ese momento (maximización molecular) o a hacer que algo sea tan bueno como sea posible a largo plazo (maximización global). Más bien, el mejoramiento se refiere a la meta más modesta (o *inocente*) de lograr que la situación mejore. ¿Mejor respecto a qué? Mejor de lo que había sido en el pasado reciente. De este modo, los beneficios se evalúan de manera específica a una situación limitada, no de manera general o a largo plazo.

Un término importante en la traducción de esas ideas a predicciones experimentales que puedan llevarse a prueba es el de *tasa local* de respuesta y de reforzamiento. Las *tasas locales* se calculan sólo para el periodo que el sujeto dedica a una alternativa de elección particular. Por ejemplo, si la situación implica dos opciones (A y B), la tasa local de respuesta en A se calcula dividiendo la frecuencia de respuestas en A entre el tiempo que el sujeto dedique a responder en A. Esto contrasta con la *razón total*, que se calcula dividiendo la frecuencia de respuestas en A entre la duración completa de la sesión experimental.

La tasa local de una respuesta siempre es mayor que su tasa total. Si el sujeto responde 75 veces en una hora en la tecla izquierda, la tasa total para la respuesta I será de 75/hora. Sin embargo, esas 75 respuestas podrían haberse dado en apenas 20 minutos que el sujeto pasó en el lado izquierdo mientras que pasó el resto de la sesión en la tecla derecha. Por consiguiente, la tasa local de la respuesta I será de 75/20 minutos, o 220/hora.

La teoría del mejoramiento supone que los organismos cambian de una alternativa de respuesta a otra para mejorar la tasa local de reforzamiento que reciben (Herrnstein, 1997; Herrnstein y Vaughan, 1980; Vaughan, 1981, 1985). Se supone que los ajustes en la distribución de la conducta entre las alternativas continúan hasta que el organismo obtiene la misma tasa local de recompensa en todas las alternativas. Es posible demostrar matemáticamente que cuando los sujetos distribuyen sus respuestas de modo que obtienen la misma tasa local de reforzamiento en cada alternativa de respuesta se están comportando de acuerdo con la ley de igualación. Por consiguiente, el mecanismo de mejoramiento resulta en igualación. (Madden, Peden y Yamaguchi, 2002, presentaron un estudio de elección en seres humanos que es congruente con el mejoramiento.)

ELECCIÓN COMPLEJA

En un programa estándar de reforzamiento concurrente se dispone al mismo tiempo de dos (o más) alternativas de respuesta, pudiéndose cambiar, en cualquier momento, de una a la otra. Por ejemplo, en una cena en la que cada invitado contribuye con un platillo usted puede elegir un platillo u otro, y si no le gusta lo que está comiendo, puede cambiarlo por otro en cualquier momento. De igual modo, en la feria del condado puede visitar una taquilla u otra y hacer una nueva elección en cualquier momento. Eso no sucede si elige entrar a una sala de un complejo de cines. Una vez que pagó su boleto y empezó a ver la película no puede cambiar de opinión y ver otra en cualquier momento. En ese caso, la elección de una alternativa hace que no tenga acceso a las otras por cierto tiempo. Para hacer otra selección, tiene que regresar a la taquilla, que es el punto de elección.

Muchas decisiones humanas complejas limitan sus opciones una vez que hizo una elección. ¿Debería asistir a la universidad y obtener un grado en ingeniería o debería empezar un trabajo de tiempo completo sin un grado universitario cuando se gradúe de la preparatoria? Es difícil cambiar entre estas alternativas. Además, para tomar la decisión debe considerar las metas de largo plazo. A la larga, un grado en ingeniería puede permitirle obtener un trabajo mejor remunerado, pero al inicio exige hacer importantes sacrificios económicos. Obtener un trabajo sin un grado universitario puede permitirle ganar dinero más pronto, pero a la larga no podría obtener demasiado.

En la vida, las elecciones importantes implican un beneficio pequeño a corto plazo contra un beneficio mayor pero más demorado. Éste es en esencia el problema del autocontrol. Se dice que la gente carece de autocontrol si elige recompensas pequeñas a corto plazo en lugar de esperar por un beneficio mayor pero demorado. El estudiante que conversa con un amigo en lugar de estudiar está eligiendo una recompensa pequeña a corto plazo sobre la recompensa más demorada, pero mayor, de tener un buen desempeño en un examen. El dependiente a la heroína que usa la jeringa de un amigo en lugar de conseguir una limpia también está eligiendo la recompensa menor y más rápida, lo mismo que el borracho que decide conducir ebrio a casa en lugar de esperar a estar sobrio.

Programas encadenados concurrentes

Obviamente, no podemos realizar experimentos que impliquen directamente una elección entre la universidad o un empleo después de la preparatoria o conducir mientras se está intoxicado o esperar a estar sobrio. No obstante, es

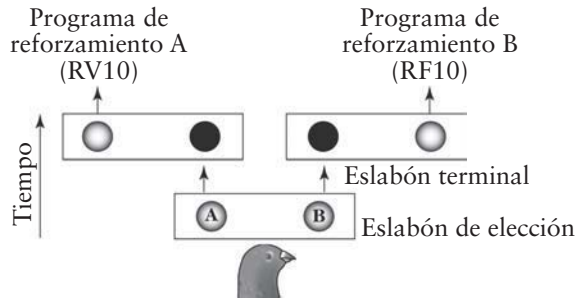


FIGURA 6.6

Diagrama de un programa encadenado-concurrente. Picotear la tecla izquierda en el eslabón de elección provoca la activación del programa de reforzamiento A en el eslabón terminal. Picotear la tecla derecha en el punto de elección también activa el programa de reforzamiento B en el eslabón terminal.

Cortesía de Randolph Grace



R. C. Grace

posible plantear, en experimentos de laboratorio, preguntas análogas simplificadas. Se han realizado muchos estudios de este tipo con monos, palomas y ratas, y esos experimentos han estimulado estudios semejantes con sujetos humanos. La técnica básica en esta área de investigación es el **programa de reforzamiento encadenado-concurrente** (para conocer ejemplos recientes, consulte los trabajos de Berg y Grace, 2006; Kyonka y Grace, 2008; Mazur, 2006).

Todos hemos oído decir que la *variedad es la sal de la vida*. ¿Cómo podríamos determinar si en realidad eso es cierto? Una implicación puede ser que los sujetos preferirán un programa de reforzamiento de razón variable (que ofrece variedad en la cantidad de respuestas requeridas para obtener los reforzadores sucesivos) a un programa de razón fija (que requiere el mismo número de respuestas por reforzador). Un *programa encadenado-concurrente* es ideal para responder esas preguntas.

Un programa de reforzamiento encadenado-concurrente implica dos etapas o eslabones (figura 6.6). La primera etapa se conoce como *eslabón de elección*. En éste, se permite que el participante elija entre dos programas alternativos emitiendo una de dos respuestas. En el ejemplo diagramado en la figura 6.6, la paloma hace su elección picoteando la tecla izquierda o la derecha. Picotear la tecla izquierda produce la alternativa A, la oportunidad de picotear durante 10 minutos en la tecla izquierda con un programa de reforzamiento RV 10. Si la paloma picotea la tecla derecha en el eslabón de elección, se produce la alternativa B, que es la oportunidad de picotear durante 10 minutos en la tecla derecha con un programa RF 10. Durante el intervalo de elección, responder en cualquiera de las teclas no produce comida. La oportunidad para recibir reforzamiento sólo se obtiene después de que se hizo la elección inicial y que la paloma entró al *eslabón terminal*. Otra característica importante del programa encadenado-concurrente es que una vez que el participante hace una elección, se queda con ésta hasta que concluye el eslabón terminal del programa (10 minutos en nuestro ejemplo hipotético). Por consiguiente, los programas encadenados concurrentes involucran *elección con compromiso*.

El patrón de respuesta que ocurre en el componente terminal de un programa encadenado-concurrente es el característico del programa de reforzamiento que se esté ejecutando durante ese componente. En nuestro ejemplo, si la paloma seleccionó la alternativa A, su patrón de picoteo durante el componente terminal será similar al patrón de respuesta usual en un programa RV 10, pero si eligió la alternativa B, su patrón de picoteo durante el componente terminal será el característico de un programa RF 10.

Algunos estudios de este tipo han demostrado que los sujetos prefieren la alternativa de razón variable. De hecho, las palomas prefieren la alternativa RV incluso si ésta requiere, en promedio, más respuestas por reforzador que la alternativa RF. Por consecuencia, la variedad es la sal de la vida en un programa encadenado-concurrente. La preferencia por el programa RV es motivada por el hecho de que, en ocasiones, un programa RV proporciona reforzamiento por relativamente pocas respuestas (Field, Tonneau, Ahearn Himeline, 1996). (Andrzejewski *et al.*, 2005, presentan un estudio más reciente de la preferencia por la variabilidad.)

Como se mencionó, la consecuencia por responder durante el eslabón inicial (elección) de un programa concurrente no es el reforzador primario (la comida), sino la entrada a uno de los eslabones terminales, cada uno de los cuales suele ser indicado por un color particular en la tecla de respuestas. De este modo, la consecuencia inmediata de la respuesta en el eslabón inicial es un estímulo asociado con el eslabón terminal que se eligió. Como este estímulo está presente cuando se entrega el reforzador primario, el estímulo del eslabón terminal se convierte en un *reforzador condicionado*. Por lo tanto, podría considerarse que un programa concurrente es uno en que las respuestas en el eslabón inicial son reforzadas con la presentación de un reforzador condicionado. Las diferencias en el valor del reforzador condicionado determinarán luego la tasa relativa de cada respuesta de elección en el eslabón inicial. Debido a ello, los programas encadenados-concurrentes proporcionan una herramienta útil para el estudio del reforzamiento condicionado (Goldshmidt, Lattal y Fantino, 1998; Mazur, 1998; Savastano y Fantino, 1996; Williams, 1997).

Aunque varios estudios sobre los programas encadenados-concurrentes representan esfuerzos por determinar cómo eligen los organismos entre diferentes situaciones representadas por los eslabones terminales, la opinión frecuente es que la conducta de elección es regida por los programas del eslabón terminal y el programa que esté en efecto en el eslabón inicial. Se han propuesto diferentes modelos para explicar la forma en que las variables relacionadas con los eslabones inicial y terminal actúan en concierto para determinar el desempeño de elección concurrente (consulte las revisiones de Mazur, 2000; Jozefowicz y Staddon, 2008).

Estudios sobre el “autocontrol”

El autocontrol frecuentemente es una cuestión para elegir una recompensa grande demorada sobre otra inmediata y pequeña. Por ejemplo, el autocontrol en la alimentación implica elegir la recompensa grande y demorada de estar delgado sobre la recompensa inmediata, pero pequeña, de comer un pedazo de pastel. Cuando se tiene el pastel a la vista resulta difícil elegir la recompensa demorada; no es fácil renunciar al pastel en aras de la delgadez. Resulta más sencillo hacerlo si está decidiendo lo que va a consumir en la próxima comida o en su siguiente visita a su restaurante favorito. A partir de esas ideas, Rachlin y Green (1972) llevaron a cabo un experimento clásico de autocontrol en palomas.

En la figura 6.7 se ilustran los procedimientos empleados por Rachlin y Green. En el componente terminal de cada procedimiento, la respuesta era recompensada por el acceso inmediato a una pequeña cantidad de grano (alternativa A) o por el acceso a una cantidad mayor de grano que se demoraba por cuatro segundos (alternativa B). Las palomas podían elegir entre esas dos alternativas picoteando la tecla A o la tecla B durante el componente inicial de los procedimientos.



Cortesía de L. Green

L. Green

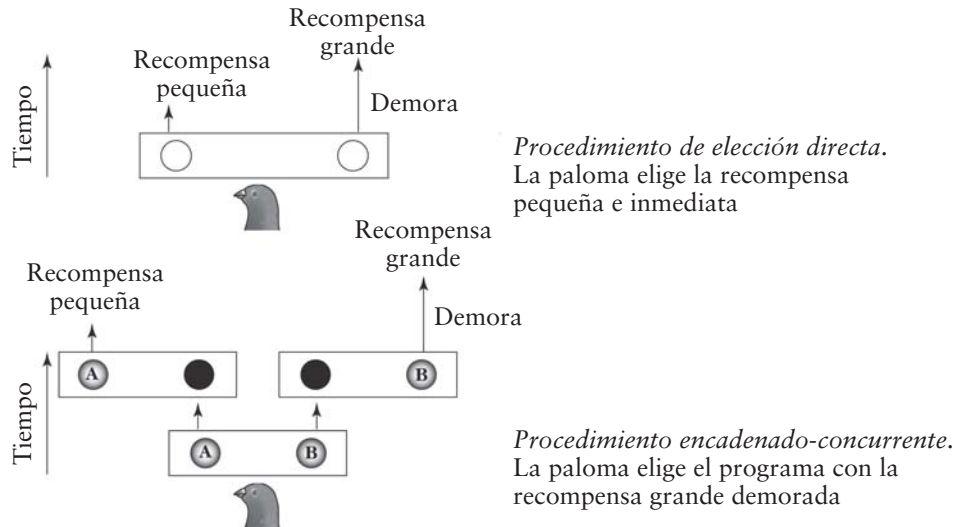


FIGURA 6.7

Diagrama del experimento de Rachlin y Green (1972) sobre el autocontrol. El procedimiento de elección directa se muestra en la parte superior; el procedimiento encadenado-concurrente aparece en la parte inferior.

Los investigadores pusieron a prueba la conducta de elección en dos condiciones diferentes. En el *procedimiento de elección directa*, ambas recompensas (la pequeña e inmediata y la grande y demorada) estaban disponibles tan pronto como las palomas picoteaban una vez la tecla de la elección correspondiente. En esas condiciones las aves carecían de autocontrol, y de manera predominante elegían la recompensa pequeña e inmediata. En el *procedimiento encadenado concurrente* los componentes terminales del programa encadenado concurrente se demoraban después que las palomas hacían su elección inicial. Éstas mostraban autocontrol si se imponía una demora suficiente antes de los componentes terminales: elegían principalmente la recompensa grande y demorada en lugar de la recompensa pequeña y más inmediata (consulte los estudios más recientes con ratas y palomas de Green y Estle, 2003; Hackenberg y Vaidya, 2003).

El fenómeno de autocontrol ilustrado por el experimento de Rachlin y Green ha estimulado varias investigaciones y teorías. Numerosos investigadores han encontrado, coincidiendo con Rachlin y Green, que las preferencias cambian a favor de la recompensa demorada grande a medida que se exige que los participantes esperen más tiempo para recibir cualquiera de las recompensas después de hacer su elección. Si las recompensas son entregadas poco después de una respuesta de elección, los sujetos, por lo general, prefieren la recompensa pequeña e inmediata. El cambio en la preferencia se ha obtenido en experimentos tanto con personas como con animales de laboratorio, por lo que representa una propiedad general de la conducta de elección. (Logue, 1998a, describe la aplicación de esos conceptos a los administradores universitarios; consulte las revisiones generales sobre el autocontrol de Logue, 1995; y Rachlin, 2000.)



Cortesía de A. W. Logue

A. W. Logue

Reducción del valor y explicaciones del autocontrol

¿Usted qué preferiría, mil dólares hoy o mil dólares el año próximo? La respuesta es obvia. Para casi toda la gente, mil dólares hoy serían de mucho mayor valor.

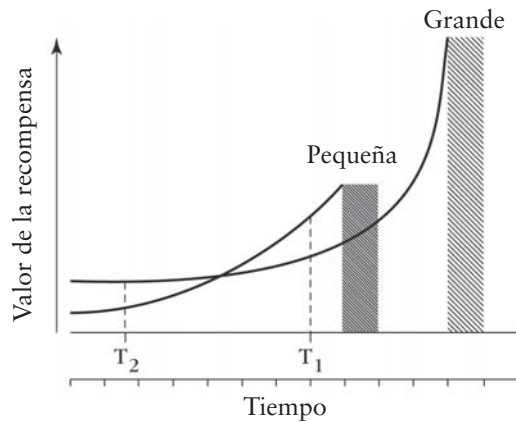


FIGURA 6.8

Relaciones hipotéticas entre el valor de la recompensa y el tiempo de espera para obtener una recompensa pequeña y una recompensa grande presentada un tiempo más tarde.



Cortesía de James E. Mazur

James E. Mazur

¿Qué hay acerca de recibir mil dólares la próxima semana o el próximo mes? La mayoría de la gente estaría de acuerdo en que entre más tiempo deba esperarse para recibir los mil dólares, menos emocionante es la posibilidad de obtener el dinero. Esto ilustra un principio general que es fundamental para las explicaciones conductuales del autocontrol, a saber, que el valor de un reforzador se reduce según el tiempo que tenga que esperarse para recibirlo. La función matemática que describe esta disminución en el valor se conoce como **función de descuento del valor** (para una discusión general del descuento, consulte el trabajo de Rachlin, 2006). La forma matemática exacta de la función de descuento o reducción del valor ha requerido algo de esfuerzo para precisarla. Pero la opinión general actual es que el valor de un reforzador (V) se relaciona directamente con la magnitud de la recompensa (M) e inversamente con la demora de la recompensa (D) de acuerdo con la siguiente fórmula

$$V = M/(1+KD) \quad (6.9)$$

donde K es el parámetro de la tasa de descuento (Mazur, 1987). La ecuación 6.9 se conoce como *función hiperbólica de decaimiento*. (Grace, 1999, presenta una versión generalizada de la función hiperbólica de decaimiento.) De acuerdo con esta ecuación, si el reforzador se entrega sin demora ($D = 0$), su valor se relaciona directamente con su magnitud (los reforzadores más grandes tienen valores mayores). Entre más tiempo se demore el reforzador, menor será su valor.

¿Cómo explica la función de descuento el problema de autocontrol que implica una recompensa pequeña disponible pronto contra una recompensa grande disponible después de una demora mayor? Considere la figura 6.8. En esta figura el tiempo es representado por la distancia sobre el eje horizontal y el valor de la recompensa es representado por el eje vertical. La figura representa el valor de una recompensa grande y de una pequeña como función del tiempo que deba esperarse para recibir la misma. Se identifican dos puntos diferentes en el tiempo, T_1 y T_2 . El dilema usual de autocontrol implica la consideración de los valores de la recompensa en T_1 , donde hay una demora muy corta por la recompensa pequeña y una espera más larga por la grande. La espera por cada recompensa reduce su valor. Como el valor de la recompensa al principio disminuye con rapidez, dadas

las demoras involucradas en T_1 , el valor de la grande es menor que el valor de la pequeña. Por consiguiente, el modelo predice que si la elección ocurre en T_1 se preferirá la recompensa pequeña (la opción impulsiva). Sin embargo, con demoras mayores las funciones de descuento se cruzan. El valor de ambas recompensas es menor en T_2 que en T_1 porque T_2 implica demoras más largas. Sin embargo, advierta que en T_2 el valor de la recompensa grande ahora es mayor que el de la pequeña. Por consiguiente, si la elección se hiciera en T_2 se preferiría la recompensa grande (la opción de autocontrol).

Las funciones de descuento del valor que se ilustran en la figura 6.8 predicen los resultados de Rachlin y Green (1972) que se describieron antes, así como los resultados de muchos otros estudios de autocontrol. Aumentar la demora de ambas recompensas (la pequeña y la grande) hace más fácil mostrar autocontrol, pues las funciones de descuento del valor de las dos recompensas se cruzan con las demoras más largas, lo que hace más atractiva a la recompensa mayor demorada.

Funciones de descuento del valor e impulsividad en la conducta humana

Como ya se mencionó, el parámetro K de la ecuación 6.9 indica la rapidez con que disminuye el valor de la recompensa en función de la demora. Entre más pronunciada sea la función de descuento de la demora de una persona, más difícil le será mostrar autocontrol y también más impulsiva resultaría ser. En congruencia con esas ideas, se han encontrado funciones más pronunciadas de descuento de la recompensa en estudios realizados con personas que son dependientes al alcohol, al tabaco, a la heroína y en apostadores que también tienen un problema de abuso de drogas. Los niños pequeños también tienen funciones más pronunciadas de descuento de la recompensa que los adultos en edad universitaria, y los estudiantes universitarios que participan en relaciones sexuales sin protección tienen funciones de descuento más marcadas que quienes usan condón (vea la revisión de Critchfield y Kollins, 2001.) Esos estudios muestran que la función de descuento de la recompensa mide una característica importante de la conducta que es pertinente para el autocontrol en una amplia variedad de situaciones.

Un estudio hecho por Madden, Petry, Badger y Bickel (1997) ilustra la manera en que se realizan esos experimentos. Sometieron a prueba a un grupo de pacientes dependientes de la heroína inscritos en un programa contra el abuso de drogas. Un grupo de individuos no dependientes (igualados en edad, género, educación y CI) sirvió como grupo control. En cada ensayo se pedía a los participantes que eligieran entre dos escenarios hipotéticos: obtener mil dólares en algún momento futuro o una cantidad menor de dinero justo ahora. En diferentes repeticiones de la cuestión, los mil dólares se recibirían con demoras distintas que iban de una semana a 25 años. Para cada periodo de demora, se variaba entre los ensayos la magnitud de la alternativa inmediata y más pequeña hasta que los investigadores determinaron cuánto dinero obtenido de inmediato era tan atractivo como los mil dólares obtenidos en algún momento futuro. Usando esos datos, Madden y sus colaboradores (1997) pudieron construir funciones de descuento de la recompensa para los dependientes de la heroína y los participantes del grupo control.

Los resultados se resumen en la figura 6.9. Recuerde que se trata de funciones de descuento de la recompensa para elecciones hipotéticas entre diferentes cantidades de dinero a recibir pronto (T_1) o después de una demora considerable (T_2). Los resultados de los dependientes de la heroína se presentan en el panel



Cortesía de T. S. Critchfield

T. S. Critchfield

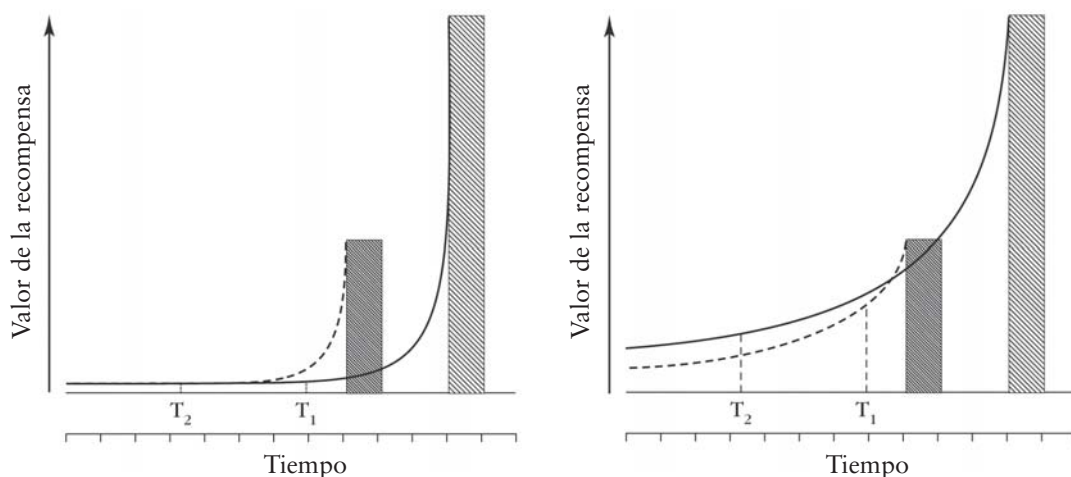


FIGURA 6.9

Funciones de descuento de la recompensa para una recompensa monetaria grande y una pequeña. El panel izquierdo muestra las funciones de descuento obtenidas con un grupo de participantes dependientes de la heroína. El panel derecho muestra los datos de un grupo control. (Tomado de "Impulsive and Self-Control Choices in Opioid-Dependent Patients and Non-Drug-Using Control Participants: Drug and Monetary Rewards", por G. J. Madden, N. M. Petry, G. J. Badger y W. K. Bickel, 1997, *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5, pp. 256-262. Reproducido con autorización.)

izquierdo y los resultados de los sujetos control en el panel derecho. Las funciones de descuento de la recompensa fueron mucho más pronunciadas para los dependientes de la heroína. Es decir, en el caso de los dependientes de la heroína el valor del dinero disminuía con mucha rapidez si se demoraba su entrega. Madden y sus colaboradores (1997, p. 261) especularon que, puesto que los participantes adictos a las drogas mostraron un descuento más rápido del valor de la recompensa, "los individuos dependientes de la heroína pueden ser más proclives a involucrarse en actividades delictivas y peligrosas para obtener recompensas inmediatas (por ejemplo, robo, prostitución, venta de drogas, etcétera)".

¿Puede enseñarse el autocontrol?

Una persona que no puede tolerar el tiempo de espera requerido para obtener recompensas grandes tiene que renunciar a la obtención de esos reforzadores. El autocontrol, o preferencia por una recompensa grande pero demorada frente a una recompensa pequeña pero inmediata suele ser una estrategia acertada. De hecho, algunos han sugerido que el autocontrol es un componente crucial de la socialización y el ajuste emocional. Esto da lugar a una interesante pregunta: ¿puede enseñarse el autocontrol? Por fortuna para la sociedad, la respuesta es afirmativa.

Entrenar a la gente con recompensas demoradas parece tener efectos generalizados para incrementar su tolerancia por las recompensas demoradas. En un estudio (Eisenberger y Adornetto, 1986), se evaluó primero el autocontrol de estudiantes de segundo y tercer grado de primaria, preguntándoles si querían recibir dos centavos de dólar de inmediato o tres centavos al final del día. Los niños que eligieron la recompensa inmediata recibieron los dos centavos. Para

los que eligieron la recompensa demorada se depositaron los tres centavos en una taza que posteriormente se les entregó a los niños. El procedimiento se repitió ocho veces para completar el pretest. Los niños fueron sometidos luego a tres sesiones de entrenamiento con la recompensa inmediata o la demorada.

Durante cada sesión de entrenamiento se presentaron varios problemas (contar objetos en una tarjeta, memorizar dibujos e igualar formas). Para la mitad de los estudiantes la respuesta correcta era reforzada de inmediato con dos centavos. Para el resto de los niños, las respuestas correctas tenían como resultado que se depositaran tres centavos en una taza que se entregaba al niño al final del día. Después de la tercera sesión de entrenamiento, se midió igual que en el pretest la preferencia por la recompensa pequeña e inmediata contra la preferencia por la recompensa mayor pero demorada. Dado que las tareas del entrenamiento implicaban poco esfuerzo, el entrenamiento con la recompensa demorada aumentó la preferencia por la recompensa mayor y demorada durante el postest. Por consiguiente, el entrenamiento con reforzamiento demorado produjo un autocontrol generalizado. (Para conocer otros métodos para incrementar el autocontrol, consulte los trabajos de Logue, 1998b; Neef, Bicard y Endo, 2001; Schweitzer y Sulzer-Azaroff, 1988.)

COMENTARIOS FINALES

El principio básico del condicionamiento instrumental es muy simple: el reforzamiento incrementa (y el castigo disminuye) la probabilidad futura de una respuesta instrumental. Sin embargo, como ya vimos, el análisis experimental de la conducta instrumental puede ser más bien complejo. Varios aspectos importantes de la conducta instrumental son determinados por el programa de reforzamiento. Existen numerosos programas que pueden emplearse para reforzar la conducta. El reforzamiento puede depender de cuántas respuestas hayan ocurrido, de que se responda después de cierta cantidad de tiempo, o de una combinación de ambos. Además, el organismo puede tener acceso a más de un programa de reforzamiento al mismo tiempo. El patrón de la conducta instrumental, así como las elecciones entre diversas alternativas de respuesta, están determinados en gran medida por el programa de reforzamiento que esté en función. Esos diversos hallazgos nos dicen mucho acerca de la forma en que el reforzamiento controla la conducta en diversas circunstancias y han alentado muchas aplicaciones efectivas de los principios del reforzamiento a la conducta humana.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Compare los programas de razón y de intervalo en términos de cómo se establecen las contingencias de reforzamiento y los efectos que tienen sobre la respuesta instrumental.
2. Describa cómo se diseñan los programas de tasa de respuesta y cuáles son sus efectos.
3. Describa la ecuación de la ley de igualación generalizada y explique cada uno de sus parámetros.
4. Refiera las diversas explicaciones teóricas de la ley de igualación.

5. ¿En qué difieren los programas encadenados-concurrentes de los concurrentes? ¿Qué tipos de preguntas de investigación requieren el uso de los programas encadenados-concurrentes?
6. ¿Qué es la función de descuento de la recompensa y cómo se relaciona con la probabilidad de autocontrol?

TÉRMINOS CLAVE

- carrera de la razón** Tasa alta e invariable de respuesta que se observa después de la pausa posreforzamiento en los programas de razón fija. La carrera de la razón termina cuando se ha realizado el número necesario de respuestas y el participante es reforzado.
- disponibilidad limitada** Restricción respecto al tiempo que permanece disponible un reforzador. Para que la respuesta sea reforzada, debe ocurrir antes de que termine el periodo de disponibilidad limitada.
- festón de intervalo fijo** El aumento gradual en la tasa de respuesta que ocurre entre reforzamientos sucesivos en un programa de intervalo fijo.
- función de descuento del valor** Función matemática que describe la manera en que disminuye el valor del reforzador como función de cuánto tenga que esperarse para la entrega del mismo.
- ley de igualación** Regla para la conducta instrumental propuesta por R. J. Herrnstein. La regla plantea que la tasa relativa de respuesta en una alternativa particular de respuesta es igual a la tasa relativa de reforzamiento para esa alternativa de respuesta.
- mejoramiento** Mecanismo para conseguir la igualación que consiste en responder de modo que mejoren las tasas locales de reforzamiento para las alternativas de respuesta.
- pausa posreforzamiento** Una pausa en la respuesta que por lo general ocurre después de la entrega del reforzador en los programas de reforzamiento de razón fija y de intervalo fijo.
- programa concurrente** Procedimiento complejo de reforzamiento en que el participante puede elegir cualesquiera de dos o más programas simples de reforzamiento que están disponibles al mismo tiempo. Los programas concurrentes permiten medir la elección directa entre programas alternativos simples.
- programa de intervalo** Programa de reforzamiento en que una respuesta es reforzada sólo si ocurre después de que ha transcurrido una cantidad establecida de tiempo desde el último reforzador o desde el inicio del ensayo.
- programa de intervalo fijo (IF)** Programa de reforzamiento en que se entrega el reforzador a la primera respuesta que ocurre después de que ha transcurrido una cantidad fija de tiempo desde el último reforzador o el inicio del ensayo.
- programa de intervalo variable (IV)** Programa en que se entrega el reforzamiento a la primera respuesta que ocurre después de que ha transcurrido una cantidad variable de tiempo desde el último reforzador o desde el inicio del ensayo.
- programa de razón** Programa de reforzamiento en que el reforzamiento depende únicamente del número de respuestas que realiza el participante, sin importar cuándo ocurren esas respuestas.
- programa de razón fija (RF)** Programa de reforzamiento en que debe ocurrir un número fijo de respuestas para que la siguiente respuesta sea reforzada.
- programa de razón variable (RV)** Programa en que el número de respuestas necesario para producir reforzamiento varía de un ensayo a otro. El valor del programa se refiere al número promedio de respuestas que se necesitan para obtener el reforzamiento.
- programa de reforzamiento** Regla o criterio que determina cómo y cuándo la ocurrencia de una respuesta será seguida por la entrega del reforzador.
- programa de reforzamiento encadenado-concurrente** Procedimiento complejo de reforzamiento en que se permite que en el primer eslabón el participante elija cuál de varios programas simples de reforzamiento estará en efecto en el segundo eslabón. Una

vez que se ha hecho la elección las alternativas rechazadas dejarán de estar disponibles hasta el inicio del siguiente ensayo.

programa de tasa de respuestas Programa de reforzamiento en que una respuesta es reforzada dependiendo de qué tan rápido se realiza después de la ocurrencia previa de la conducta.

reforzamiento continuo (RFC) Programa de reforzamiento en que cada presentación de la respuesta instrumental produce el reforzador.

reforzamiento intermitente Programa de reforzamiento en que sólo se refuerzan algunas de las presentaciones de la respuesta instrumental. La respuesta instrumental se refuerza de manera ocasional o intermitente. Se conoce también como *reforzamiento parcial*.

reforzamiento parcial Lo mismo que *reforzamiento intermitente*.

registro acumulativo Representación gráfica de la forma en que una respuesta se repite a lo largo del tiempo; en esta representación el paso del tiempo es representado por la distancia horizontal (o eje de las x) y el número acumulado o total de respuestas ocurridas hasta un punto particular en el tiempo es representado por la distancia vertical (o eje de las y).

subigualación Menor sensibilidad a la tasa relativa de reforzamiento de lo que predice la ley de igualación.

tensión de la razón Interrupción de la respuesta que ocurre cuando se incrementa demasiado rápido el requisito de respuesta de razón fija.

tiempo entre respuestas (TER) Intervalo entre una respuesta y la siguiente. Los TER pueden reforzarse diferencialmente de la misma manera que otros aspectos de la conducta, como la fuerza o variabilidad de la respuesta.

Condicionamiento instrumental: mecanismos motivacionales

La estructura asociativa del condicionamiento instrumental

La asociación E-R y la ley del efecto

Expectativa de la recompensa
y la asociación E-C

Relaciones R-C y E(R-C) en el
condicionamiento instrumental

Regulación conductual

Antecedentes de la regulación conductual

Regulación conductual y el punto de éxtasis
conductual

Conceptos económicos y asignación
de respuestas

Problemas con los enfoques de regulación
conductual

Contribuciones de la regulación conductual

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

Este capítulo está destinado a la revisión de los procesos que motivan y dirigen la conducta instrumental. En el esfuerzo por entender por qué ocurre la conducta instrumental se han empleado dos enfoques claramente distintos. El primero sigue la tradición de Thorndike y Pavlov y se enfoca en la identificación de la estructura asociativa del condicionamiento instrumental. El enfoque asociacionista considera mecanismos moleculares y no se interesa en la meta o función a largo plazo de la conducta instrumental. El segundo corresponde a la tradición skinneriana y fija su atención en la forma en que se regula la conducta frente a las limitaciones o restricciones creadas por un procedimiento de condicionamiento instrumental. Las teorías de la regulación de la conducta detallan los efectos del reforzamiento en el contexto más amplio del repertorio conductual de un organismo, para lo cual recurren a conceptos de diversas fuentes de investigación que incluyen la economía y la ecología conductual. El enfoque de la regulación conductual considera aspectos molares del comportamiento y considera que los efectos del condicionamiento instrumental son manifestaciones de los procesos de maximización y optimización. Tanto el enfoque asociacionista como el de la regulación conductual proporcionan un interesante ejemplo de la trayectoria, a veces turbulenta, de la investigación científica. Los investigadores que estudian los sustratos motivacionales de la conducta instrumental han avanzado de manera audaz para explorar conceptos radicalmente nuevos cuando las ideas pasadas no cumplen con los desafíos impuestos por los nuevos hallazgos empíricos.

En los capítulos 5 y 6 se describió la conducta instrumental, se indicó cómo se investiga este tipo de aprendizaje y se detalló la manera en que la conducta instrumental es influida por diversas manipulaciones experimentales, entre las que se incluyen los programas de reforzamiento. A lo largo de estos capítulos no se dijo mucho acerca de lo que motiva la conducta instrumental, posiblemente porque la respuesta parecía obvia. La reflexión informal sugiere que los individuos realizan respuestas instrumentales, pues están motivados para obtener la meta o reforzador que resulta de la conducta. Pero, ¿qué significa estar *motivados* para obtener el reforzador? ¿Cuál es el impacto completo de preparar una situación en que sólo se tenga acceso al reforzador si se emite la respuesta instrumental requerida? Las respuestas a estas preguntas han ocupado el tiempo de los científicos durante más de un siglo y abarcan algunas de las investigaciones más importantes e interesantes en el análisis de la conducta.

La motivación de la conducta instrumental se ha considerado desde dos perspectivas radicalmente distintas. La primera se originó con Thorndike e involucra el análisis de la *estructura asociativa del condicionamiento instrumental*. Como implica dicha etiqueta, este enfoque depende en mucho del concepto de asociación y consecuentemente es compatible con la tradición teórica del condicionamiento pavloviano. De hecho, buena parte de la investigación, que es pertinente para la estructura asociativa del condicionamiento instrumental, fue motivada por los esfuerzos por identificar el papel de los mecanismos pavlovianos en el aprendizaje instrumental. Además, algunos de los métodos de in-

vestigación que se desarrollaron para estudiar el condicionamiento pavloviano fueron aplicados al problema del aprendizaje instrumental.

El enfoque asociativo adopta una perspectiva molecular. Se fija en las respuestas individuales y sus estímulos antecedentes y resultados específicos. Para lograr este nivel de detalle el enfoque asociativo examina el aprendizaje instrumental en preparaciones conductuales aisladas, que no difieren mucho de estudiar algo en un tubo de ensayo o un plato de Petri. Como las asociaciones pueden corroborarse en el sistema nervioso, el enfoque asociativo también ofrece un marco de referencia conveniente para el estudio de los mecanismos neurales del condicionamiento instrumental (por ejemplo, Balleine y Ostlund, 2007).

La segunda estrategia para el análisis de los procesos motivacionales, en el aprendizaje instrumental, es la *regulación conductual*. Este enfoque se desarrolló en la tradición skinneriana e involucra la consideración del condicionamiento instrumental en el contexto más amplio de las numerosas actividades que los organismos realizan constantemente. En particular, el enfoque de la regulación conductual se interesa en la forma en que un procedimiento de condicionamiento instrumental limita el libre flujo de actividades de un organismo y las consecuencias conductuales de dichas restricciones. A diferencia del enfoque asociativo, la regulación conductual considera la motivación de la conducta instrumental desde una perspectiva molar que tiene en cuenta las metas a largo plazo y la forma en que los organismos consiguen alcanzar esas metas en el contexto de todas sus opciones conductuales. Por consiguiente, la teoría de la regulación conductual ve la conducta instrumental desde una perspectiva funcional. Dado su enfoque molar, la regulación conductual no presenta un marco de referencia conveniente para el estudio de los mecanismos neurales del aprendizaje instrumental.

Hasta ahora, los enfoques asociativo y de la regulación conductual se han desarrollado de manera independiente entre sí. Cada uno ha identificado temas importantes, pero ha quedado claro que ninguno se sostiene por sí solo. La esperanza es que, en algún punto, los análisis moleculares del enfoque asociativo harán contacto suficiente con los análisis funcionales molares de la regulación conductual para ofrecer una explicación integral y exhaustiva de la motivación de la conducta instrumental.

LA ESTRUCTURA ASOCIATIVA DEL CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL

Edward Thorndike fue el primero en reconocer que el condicionamiento instrumental involucra más que sólo una respuesta y un reforzador. La respuesta instrumental ocurre en el contexto de estímulos ambientales específicos. Hacer girar la llave en el encendido del vehículo ocurre en el contexto de estar sentado en el asiento del conductor y de sostener la llave entre los dedos. Es posible identificar dichos estímulos ambientales en cualquier situación instrumental. Por consecuencia, en el análisis del aprendizaje instrumental existen tres eventos a considerar: el contexto estímulo (E), la respuesta instrumental (R) y la consecuencia de la respuesta (C) o reforzador. Skinner también apoyaba la idea de que hay tres eventos a considerar en un análisis del condicionamiento instrumental u operante, de ahí que describiera el condicionamiento instrumental como una *contingencia de tres términos* que involucra E, R y C. (Para una revisión más reciente, consulte el trabajo de Davison y Nevin, 1999.) La relación entre esos tres términos se presenta en la figura 7.1.

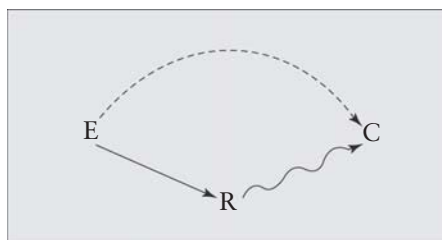


FIGURA 7.1

Diagrama del condicionamiento instrumental. La respuesta instrumental (R) ocurre en presencia de estímulos distintivos (E) y tiene como resultado la entrega de la consecuencia (C) o reforzador. Eso permite el establecimiento de varios tipos distintos de asociaciones.

La asociación E-R y la ley del efecto

La estructura básica de un procedimiento de condicionamiento instrumental permite el desarrollo de varios tipos distintos de asociaciones. La primera de las cuales fue planteada por Thorndike como una asociación entre los estímulos del contexto (E) y la respuesta instrumental (R): la *asociación E-R*. Thorndike consideraba que la asociación E-R era la clave para el aprendizaje instrumental y fundamental para su *Ley del efecto*. De acuerdo con dicha ley, el condicionamiento instrumental implica el establecimiento de una asociación E-R entre la respuesta instrumental (R) y los estímulos contextuales (E) que están presentes cuando la respuesta es reforzada. El papel de reforzador consiste en “estampar” la asociación E-R. Thorndike pensaba que una vez establecida, esta asociación E-R era la única responsable de la ocurrencia de la conducta instrumental. Por lo tanto, el ímpetu básico, o motivación para la conducta instrumental, era la activación de la asociación E-R exponiendo al sujeto a los estímulos del contexto (E) en cuya presencia se reforzó previamente la respuesta.

Una implicación importante de la ley del efecto es que el condicionamiento instrumental no involucra aprendizaje sobre el reforzador (C) o la relación entre la respuesta y la consecuencia reforzante (la asociación R-C). La ley del efecto supone que el único papel del reforzador es fortalecer la asociación E-R. El reforzador en sí no forma parte de esta asociación.

Aunque el mecanismo E-R de la ley del efecto fue propuesto hace 100 años, cayó en desuso durante la última parte del siglo xx y se convirtió en una víctima de la *revolución cognoscitiva* en psicología. Sin embargo, curiosamente ha resurgido el interés por los mecanismos E-R en los esfuerzos recientes por describir la conducta habitual de la gente. Los hábitos son cosas que hacemos de manera automática, de la misma forma cada vez y sin pensar. Se estima que los hábitos constituyen alrededor de 45% del comportamiento humano. Wood y Neal (2007) propusieron recientemente un nuevo modelo exhaustivo de los hábitos humanos. Para dicho modelo es fundamental la idea de que los hábitos “surgen cuando la gente utiliza de manera repetida un medio conductual particular, en contextos particulares, para conseguir sus metas. No obstante, una vez adquiridos, los hábitos se realizan sin mediación de una meta” (p. 844). Más bien, un hábito es una reacción automática al contexto de estímulo en que se obtuvo previamente la meta, de manera similar a la asociación E-R de Thorndike.

La asociación E-R de Thorndike también está siendo seriamente considerada como uno de los mecanismos que pueden explicar la naturaleza de la dependencia a las drogas como un hábito (Everitt y Robbins, 2005). En este modelo, buscar y consumir una droga de abuso se considera como una conducta instrumental que en principio es reforzada por los aspectos positivos de la experiencia con el estupefaciente. Sin embargo, con el uso repetido, el consumo se vuelve un hábito en el sentido de que llega a ser una reacción automática a las señales del contexto que provocan la conducta de búsqueda de la droga, sin considerar sus consecuencias. Puede pensarse lo mismo en el caso de la alimentación, la infidelidad y las apuestas compulsivas. Lo que hace que esas conductas sean compulsivas es que la persona “no puede evitar” realizarlas dadas las señales desencadenantes del contexto, aunque dichas actividades puedan tener graves consecuencias negativas. Con base en el mecanismo E-R, esas consecuencias no son relevantes. Para tomar prestada la terminología de Wood y Neal (2007), la asociación E-R “establece una externalización del control conductual a las señales del contexto que en el pasado fueron contiguas al desempeño” (p. 844).

RECUADRO 7.1

El papel de la dopamina en la adicción y la recompensa

La dependencia a las drogas es un antiguo problema social. ¿Qué conlleva al consumo compulsivo de drogas y por qué son tan proclives a las recaídas los individuos con una historia de consumo? Para responder a estas preguntas es necesario entender cómo influye el aprendizaje en la conducta de consumir drogas. Ahora se reconoce ampliamente que las drogas de abuso usurpan el control de los circuitos neurales que median en el aprendizaje sobre recompensas naturales, produciendo una “subida” artificial que engaña al cerebro para que siga la ruta hacia consecuencias inadaptadas (consulte las revisiones recientes de Hyman, Malenka y Nestler, 2006; Robinson y Berridge, 2003). Entender la manera en que las drogas ejercen sus efectos a nivel neurobiológico debe ayudar a abordar el problema de la dependencia a las drogas y arrojar luz sobre los mecanismos que subyacen al aprendizaje sobre recompensas naturales.

Para comprender la dependencia se requiere alguna formación en psicofarmacología, el estudio de la

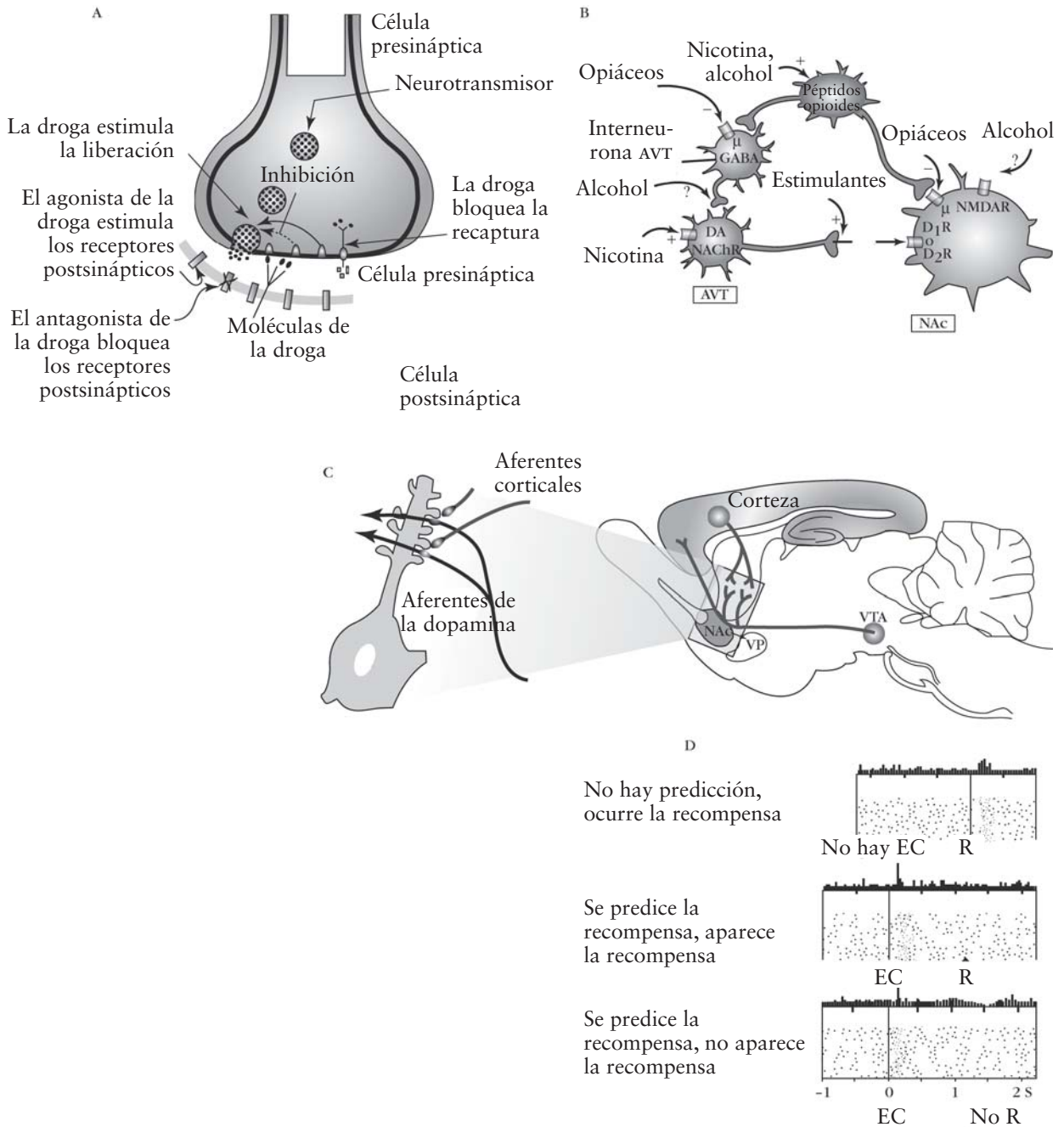
forma en que las drogas impactan al sistema nervioso para influir en los estados psicológicos y conductuales. Hay varias formas en que eso puede ocurrir, pero para los propósitos actuales podemos concentrarnos en la forma en que las drogas influyen en la comunicación neural en la sinapsis. Las señales neurales dentro de una neurona son codificadas por cambios en las concentraciones iónicas que forman un impulso eléctrico que desciende de las dendritas al axón. La punta del axón (el botón sináptico) colinda con la célula objetivo, la cual (dentro del cerebro) suele ser otra neurona. La conexión entre las células se conoce como una sinapsis y la pequeña brecha que las separa se denomina hendidura sináptica (figura 7.2). Cuando un impulso neural llega al botón sináptico de la célula presináptica, inicia la liberación de una sustancia química (el neurotransmisor) que se esparce por la hendidura y se enlaza con la neurona receptora (postsináptica) donde se liga con un receptor especialmente diseñado

para reconocer este neuroquímico particular. Algunos neurotransmisores (como el glutamato) excitan la célula postsináptica mientras que otros (como GABA) tienen un efecto inhibitorio.

Las drogas pueden intervenir de distintas formas en la comunicación sináptica. Por ejemplo, un agonista puede sustituir la droga endógena (producida internamente) uniéndose al receptor en la célula postsináptica y produciendo un efecto celular parecido. Por el contrario, los antagonistas de la droga se unen al receptor, pero no producen las mismas consecuencias celulares. En lugar de ello, el antagonista actúa como una especie de control que impide en forma eficaz que un agonista tenga su efecto usual en la célula postsináptica. Las drogas también pueden influir en la función de una forma menos directa. Por ejemplo, algunas drogas incrementan la disponibilidad del neurotransmisor ampliando la liberación o bloqueando su reabsorción (recaptura) en la neurona presináptica.

(continúa)

RECUADRO 7.1 (continuación)



(continúa)

RECUADRO 7.1 (continuación)

FIGURA 7.2

A) Neurotransmisión en una sinapsis. El neurotransmisor está contenido en vesículas y es liberado por la célula presináptica, se esparce por la hendidura sináptica e influye en la actividad eléctrica de la célula postsináptica uniéndose a receptores especializados. Después de la liberación los transmisores son reabsorbidos en la neurona presináptica (el proceso de recaptura). Las drogas pueden afectar la transmisión neuroquímica al promover la liberación del neurotransmisor o inhibir la recaptura, así como también pueden unirse al receptor en la célula postsináptica para producir un efecto similar al neurotransmisor (agonista) o para bloquear su acción (antagonista). B) La calidad adictiva de muchas drogas psicoactivas parece estar ligada a su capacidad para influir en la función neural dentro del núcleo accumbens. Las neuronas que liberan un opiáceo o dopamina hacen impacto directo en las neuronas dentro del núcleo accumbens. La liberación de esos neuroquímicos es influida por otras drogas psicoactivas, como el alcohol y la nicotina (Hyman *et al.*, 2006). C) Neuronas dopaminérgicas (panel derecho) del área ventral tegmental (AVT) se proyectan a través del núcleo accumbens (NAc) y hacen sinapsis sobre las dendritas de las neuronas espinosas medianas (panel izquierdo). Esas neuronas también reciben entradas de las neuronas corticales. Las neuronas del núcleo accumbens se proyectan al pallidum ventral (PV) (adaptado de Hyman *et al.*, 2006). D) Actividad neural en las neuronas dopaminérgicas dentro del área ventral tegmental. Las regiones moteadas indican espigas neurales a lo largo del tiempo. Se promedia la actividad de muchos registros (parte superior) para producir los histogramas descritos en la parte superior de cada panel. En el panel superior, la presentación de una recompensa (R) provoca una ráfaga de actividad. Después que los sujetos aprendieron que un estímulo condicionado (EC) predice la recompensa (panel intermedio), el EC provoca actividad mientras la recompensa esperada tiene poco efecto. Si se presenta el EC y la recompensa se omite (panel inferior), el periodo sin recompensa (no R) es acompañado por una inhibición de la actividad neural (Schultz *et al.*, 1997).

En general, las drogas de abuso tienen impacto en el sistema nervioso al promover la liberación de un neurotransmisor particular o imitar su acción. Por ejemplo, los psicoestimulantes influyen en el neurotransmisor (dopamina) bloqueando su recaptura (cocaína) o promoviendo su liberación (anfetamina). Los opiáceos, como la morfina y la heroína, ejercen su efecto imitando a los opiáceos endógenos (endorfinas) que se unen al receptor opiáceo. Otra sustancia adictiva común, la nicotina, se une a los receptores de la acetilcolina mientras que los sedantes (alcohol, valium) actúan en parte por medio de su impacto en las neuronas GABAérgicas.

Las drogas de abuso parecen fomentar la dependencia al influir en las neuronas dentro de regiones particulares del cerebro, como el núcleo accumbens (figura 7.2). Varias

de las neuronas dentro de esta región tienen campos dendríticos espinosos que permiten numerosos contactos sinápticos (Hyman *et al.*, 2006). Esas neuronas espinosas medianas reciben entradas de neuronas que liberan un opiáceo endógeno que se une al receptor mu. Además, las neuronas dopaminérgicas se proyectan de una región del mesencéfalo (el área ventral tegmental) e inervan las neuronas espinosas a medida que las pasan en ruta a otras regiones (por ejemplo, la corteza prefrontal). Otras drogas psicoactivas influyen en la actividad de las neuronas dentro del núcleo accumbens modulando la liberación de opiáceo/dopamina, uniéndose a los receptores en las neuronas espinosas medianas o influyendo en la acción inhibitoria de las neuronas GABAérgicas que regulan la actividad neural (figura 7.2).

Las neuronas dentro del núcleo accumbens también reciben entradas

de otras regiones, como la corteza. Esas neuronas liberan glutamato, un neurotransmisor excitatorio. Como se expone en el recuadro 11.1, los cambios en la manera en que las células postsinápticas responden al glutamato pueden producir una modificación a largo plazo (por ejemplo, una potenciación a largo plazo) en la operación de un circuito neural: una alteración fisiológica que ha sido vinculada al aprendizaje y a la memoria. Dentro del núcleo accumbens las neuronas corticales que liberan glutamato proporcionan una entrada abundante al núcleo accumbens, una entrada que se cree que transmite información acerca de los detalles específicos de los sistemas sensoriales involucrados. Al mismo tiempo, la entrada dopaminérgica en esas neuronas proporciona una entrada difusa que puede señalar el estado motivacional del organismo. Cuando es emparejada, esta entrada

(continúa)

RECUADRO 7.1 (*continuación*)

dopaminérgica puede ayudar a seleccionar el patrón relevante de entrada glutaminérgica, actuando como una especie de mentor que une los atributos sensoriales con el valor de la recompensa y por ende amplía la importancia motivacional de esas señales (Hyman *et al.*, 2006).

¿Cuándo es que el mentor dopaminérgico enseña al núcleo accumbens a aprender? Para responder esta pregunta los investigadores han examinado la actividad neural en monos mientras éstos trabajan para recibir una recompensa (por ejemplo, un sorbo de jugo de fruta). Se hacen descender los electrodos a la fuente de la entrada dopaminérgica, las neuronas dentro del área ventral tegmental (Schultz, Daya y Montaque, 1997). Esas neuronas exhiben un bajo nivel de actividad tónica (figura 7.2). Cuando el animal recibe una recompensa inesperada, las neuronas muestran una ráfaga de disparos. Si luego se entrena al animal con una recompensa señalada, la señal empieza a provocar una ráfaga de actividad. La recompensa esperada, en sí, no produce efecto. Sin embargo, si se omite la recompensa esperada, hay

una inhibición de la actividad neural en el momento de la recompensa.

Lo que indican esas observaciones es que la actividad de la dopamina no se limita a informar si ocurrió o no una recompensa, más bien, parece codificar el “error de predicción de la recompensa”, la desviación entre lo que el animal recibió y lo que esperaba (Schultz, 2006).

Respuesta de la dopamina =
Recompensa recibida – Recompensa anticipada

La idea de que el aprendizaje es una función de la discrepancia entre lo que el animal recibió y lo que esperaba es análoga a la regla de aprendizaje propuesta por Rescorla y Wagner (1972). Como se vio en el capítulo 4, el aprendizaje parece ocurrir cuando un evento es inesperado. El mejor ejemplo de ello se observa en el paradigma de bloqueo, donde una señal (representada simbólicamente por la letra A) se empareja primero con el estímulo incondicionado (EI). Después que esta asociación está bien aprendida, se agrega una segunda señal (X) y el compuesto (AX) se empareja con el EI. El aprendizaje

previo de que A predice al EI bloquea el aprendizaje de que también X predice al EI. Este efecto también es exhibido a nivel neural por las neuronas dopaminérgicas dentro del tegmento ventral. En este caso, la señal previamente emparejada (A) impulsa una ráfaga de actividad de la dopamina, cosa que no hace la señal agregada (X).

Esas observaciones sugieren que las drogas de abuso pueden alentar un ciclo de dependencia, pues tienen una ventaja farmacológica. Por ejemplo, los psicoestimulantes impulsan de manera artificial la actividad dopaminérgica y de este modo actúan como una especie de caballo de Troya que engañan al sistema nervioso, produciendo un pico en la actividad de la dopamina que el cerebro interpreta como un error de predicción positivo (Hyman *et al.*, 2006). Esto refuerza el nuevo aprendizaje y vincula las señales sensoriales asociadas con la administración de la droga a la recompensa, confirniéndole un valor motivacional que exacerba la avidez por la droga (recuadro 7.2).

J. W. Grau

Expectativa de la recompensa y la asociación E-C

La idea de que la expectativa de la recompensa puede motivar la conducta instrumental no fue seriamente considerada sino hasta 40 años después del planteamiento de la ley del efecto. ¿Cómo podríamos captar la idea de que los sujetos aprenden a esperar el reforzador en el curso del condicionamiento instrumental? Se llega a esperar que suceda algo importante cuando se encuentra un estímulo que señala al evento importante o que le permite predecir que el evento ocurrirá. El condicionamiento pavloviano es el proceso básico del aprendizaje de señales. De ahí que una forma de mirar la expectativa de la recompensa es considerando la forma en que los procesos pavlovianos participan en el aprendizaje instrumental.

Como se ilustra en la figura 7.1, la especificación de una respuesta instrumental asegura que el participante siempre experimentará ciertos estímulos distintivos (E) en conexión con la realización de la respuesta. Esos estímulos pueden incluir el lugar donde se realiza la respuesta, la textura del objeto que debe manipular el participante o bien señales visuales u olfativas distintivas. Cualesquiera que sean los

estímulos, el reforzamiento de la respuesta instrumental inevitablemente resultará en el emparejamiento de esos estímulos (E) con el reforzador o consecuencia de la respuesta (C). Dichos emparejamientos brindan el potencial para el condicionamiento clásico y el establecimiento de una asociación entre E y C. Esta asociación E-C es representada por la línea discontinua en la figura 7.1 y es uno de los mecanismos de la expectativa de recompensa en el condicionamiento instrumental.

Una de las primeras y más influyentes explicaciones del papel del condicionamiento clásico en la conducta instrumental fue ofrecida por Clark Hull (1930, 1931) y más tarde perfeccionada por Kenneth Spence (1956). Su propuesta era que la respuesta instrumental se incrementa en el curso del condicionamiento instrumental por dos razones: primera, la presencia de E llega a provocar directamente la respuesta instrumental por medio de la asociación E-R de Thorndike; segunda, la respuesta instrumental también llega a realizarse como reacción a una asociación E-C que crea la expectativa de la recompensa. La forma precisa con la cual la asociación E-C llega a motivar la conducta instrumental ha sido tema de muchos debates e investigaciones experimentales. Una formulación de particular influencia fue la *teoría de dos procesos* de Rescorla y Solomon (1967).

La teoría de dos procesos

La teoría de dos procesos supone que existen dos tipos distintos de aprendizaje: el condicionamiento pavloviano y el instrumental, un planteamiento que nada tiene de radical. En la teoría se supone además que esos dos procesos de aprendizaje están relacionados de una forma especial. En particular, en el curso del condicionamiento instrumental, los estímulos en cuya presencia se refuerza la respuesta instrumental se asocian con la consecuencia de la respuesta (C) por medio del condicionamiento pavloviano, y esto resulta en una asociación E-C. Rescorla y Solomon creyeron que la asociación E-C activa un estado emocional positivo o negativo, dependiendo de si el reforzador es un estímulo apetitivo o aversivo (comida o una descarga). De este modo, se estima que varios reforzadores apetitivos (como agua y comida) conducen a un estado emocional positivo común y que varios estímulos aversivos dan lugar a una emoción negativa común.

¿Cómo podríamos probar la idea de que una asociación E-C (y las expectativas o emociones de dicha asociación activa) puede motivar la conducta instrumental? El diseño experimental básico para evaluar esa idea es lo que en la literatura de la neurociencia algunos han llamado la *prueba de transferencia pavloviana-instrumental* (Everin y Robbins, 2005). La prueba implica tres fases separadas (tabla 7.1). En una fase los sujetos son sometidos a un condicionamiento instrumental estándar (por ejemplo, la presión de palanca se refuerza con comida). En la siguiente fase son sometidos a un procedimiento puro de condicionamiento pavloviano (se saca la palanca de respuestas de la cámara experimental y se empareja un tono con comida). La fase crítica de transferencia ocurre en la tercera, en que se permite nuevamente a los sujetos realizar la respuesta instrumental de presionar la palanca, pero ahora se presenta periódicamente el EC pavloviano. Si la asociación pavloviana E-C motiva la conducta instrumental, entonces la tasa de presión de palanca debería incrementarse cuando se presenta el tono (EC). El experimento se denomina prueba de transferencia pavloviana instrumental porque determina cómo es que un EC pavloviano se transfiere para influir o motivar la conducta instrumental.

TABLA 7.1
Diseño experimental para la prueba de transferencia pavloviana instrumental

Fase 1	Fase 2	Prueba de transferencia
Condicionamiento instrumental (Presión de palanca → comida)	Condicionamiento pavloviano (Tono → comida)	Se presenta el EC pavloviano durante la realización de la respuesta instrumental (Presión de palanca → comida; tono <i>vs.</i> no tono)

La fase 1 puede preceder o seguir a la 2. El orden no es fundamental. También se puede llevar a cabo ambas fases del entrenamiento en cámaras experimentales distintas, siempre que el EC pavloviano pueda portarse y presentarse en la cámara de condicionamiento instrumental, durante la prueba de transferencia, mientras el sujeto realiza la respuesta instrumental.

La teoría de los dos procesos ha incentivado varias investigaciones utilizando la prueba de transferencia pavloviana instrumental. Como se anticipaba, la presentación de un EC pavloviano para la comida incrementa la tasa de respuesta instrumental por comida (Estes, 1943, 1948; LoLordo, 1971; Lovibond, 1983). Esto se debe supuestamente a la motivación apetitiva involucrada en la respuesta de presionar la palanca por comida. Se predice el resultado opuesto (supresión de la respuesta) si el EC pavloviano predice una emoción negativa. En el capítulo 3 describimos ese resultado cuando se habló del procedimiento de supresión condicionada. En ese caso, el EC pavloviano se emparejó con una descarga (por lo que llegó a provocar temor). La presentación del EC+ para la descarga se probó luego, mientras los sujetos presionaban la palanca por comida. El resultado fue que el EC pavloviano suprimió la conducta instrumental de presionar la palanca (Blackman, 1977; Davis, 1968; Lyon, 1968). De acuerdo con la teoría de los dos procesos, la supresión condicionada se debe a que el EC para el choque provoca un estado emocional (miedo) que es contrario a la emoción positiva o expectativa (esperanza) que se establece en el condicionamiento instrumental con comida. (Consulte el trabajo de Domjan, 1993, para conocer un análisis más detallado de otras predicciones de la teoría de los dos procesos.)

Interacciones de la respuesta en la transferencia pavloviana instrumental

Los estímulos condicionados clásicamente no sólo provocan estados emocionales, sino también respuestas manifiestas. En consecuencia, un estímulo condicionado clásicamente puede influir en la conducta instrumental por medio de dichas respuestas. Considere una situación hipotética en la cual el estímulo condicionado clásicamente provoca un seguimiento de señales que lleva al animal al lado izquierdo de la cámara experimental aun cuando la respuesta instrumental consiste en presionar una palanca localizada en el lado derecho de la cámara. En este caso, la presentación del EC disminuirá la respuesta instrumental simplemente, pues la conducta de seguimiento de señales (ir al lado izquierdo) interferirá con estar en el lado derecho para presionar la palanca. No se requiere un estado emocional provocado para entender dicho resultado; de igual manera no es necesario dicho estado emocional provocado si el estímulo condicionado clásicamente provocó respuestas manifiestas (como el picoteo

de la tecla en palomas) similares a la conducta instrumental (que también es el picoteo de la tecla). En este caso, la presentación del EC incrementaría la respuesta, ya que las respuestas que este EC provoca se agregarían a las que el animal estaba realizando para recibir el reforzamiento instrumental.

A los investigadores les ha preocupado mucho la posibilidad de que los resultados de los experimentos de transferencia pavloviana instrumental se deban al hecho de que los estímulos condicionados pavlovianos provoquen respuestas manifiestas que interfieran o se sumen a la conducta requerida para obtener el reforzamiento instrumental. Se han diseñado diversas estrategias experimentales para descartar esas interacciones de respuesta (Overmier y Lawry, 1979). Esas estrategias por lo general han logrado demostrar que varios casos de la transferencia pavloviana instrumental no son producidos por interacciones entre respuestas manifiestas. Sin embargo, en algunos casos las respuestas manifiestas clásicamente condicionadas sí han sido importantes (Karpicke, 1978; LoLordo, McMillan y Riley, 1974; Schwartz, 1976).

¿Estados emocionales condicionados o expectativas específicas de recompensa?

La teoría de los dos procesos asume que el condicionamiento clásico media en la conducta instrumental por medio del condicionamiento de emociones positivas o negativas, dependiendo de la valencia emocional del reforzador. Sin embargo, en el curso del condicionamiento instrumental y clásico los animales no sólo adquieren emociones categóricas, positivas o negativas, sino también expectativas específicas de recompensa (Peterson y Trapold, 1980).

Por ejemplo, en un estudio con ratas se usaron pellas (bolitas de comida sólida) y una solución edulcorada como EI en una prueba de transferencia pavloviana instrumental (Kruse, Overmier, Konz y Rokke, 1983). Durante la fase de transferencia el EC+ para las bolitas de comida facilitó la respuesta instrumental reforzada con éstas mucho más que la conducta instrumental reforzada con la solución endulzada. De la misma manera, el EC+ para el azúcar incrementó la conducta instrumental reforzada con el dulce más que la conducta instrumental reforzada con bolitas de comida. Por consiguiente, en los resultados de la prueba de transferencia influyeron más las expectativas por recompensas específicas que un estado emocional positivo general.

Este estudio y otros experimentos similares indican con claridad que, en algunas circunstancias, durante el condicionamiento instrumental y clásico, los individuos adquieren expectativas de reforzadores específicos más que las emociones generales (para conocer otras evidencias sobre las expectativas de reforzadores específicos consulte los trabajos de Estévez *et al.*, 2001; Overmier y Linwick, 2001; Urcuioli, 2005). El aprendizaje de expectativas de reforzadores específicos es una alternativa que desafía la teoría de los dos procesos, aunque esta alternativa también se basa en la suposición de que el condicionamiento instrumental involucra el aprendizaje de una asociación E-C.

Relaciones R-C y E(R-C) en el condicionamiento instrumental

Hasta ahora hemos considerado dos asociaciones diferentes que pueden motivar la conducta instrumental, la asociación E-R de Thorndike y la asociación E-C,

RECUADRO 7.2

Dependencia: agrado, deseo y los puntos hedónicos álgidos

Un problema crucial en la dependencia tiene que ver con la compulsión por consumir la droga, compulsión que puede provocar las recaídas a pesar de que se sepa con claridad que la droga tiene efectos dañinos. Todos conocemos la triste historia de individuos esclavizados al alcohol, que siguen bebiendo a pesar de saber que el consumo continuo los matará. Incluso la gente que se ha mantenido sobria durante años es proclive a recaer, y esto está bien reconocido por Alcohólicos Anónimos, que supone que un individuo nunca se cura del todo y siempre está propenso a las recaídas.

¿Por qué es tan difícil la abstinencia y qué predispone a un dependiente a la recaída? Cualquiera que haya dejado de fumar puede decirle que son más débiles y más propensos a recaer cuando vuelven a exponerse a las señales asociadas con fumar. Los individuos que no han fumado por meses pueden experimentar una urgencia irresistible de volver a hacerlo si entran a un bar donde hay fumadores. Este tipo de observaciones sugiere que las señales asociadas con el consumo de la droga adquieren significado motivacional y un valor de incentivo que puede exacerbar la avidez por la droga. En el laboratorio, el control condicional de la reactividad de la droga resulta evidente en estudios de sensibilización inducida por la droga. Por ejemplo, ratas que reciben de manera repetida un psicoestimulante (anfetamina o cocaína) exhiben un incremento gradual de la actividad locomotriz a lo largo de los días. Curiosamente, esta sensibilización conductual es específica al contexto, las ratas sólo exhiben un incremento de la actividad cuando se les prueba en presencia de señales emparejadas con la droga (Robinson y Berridge, 2003).

La comprensión de la forma en que el condicionamiento y el valor

hedónico influyen en la recaída ha requerido mayor especificación de las formas en que la recompensa puede tener impacto en los sistemas psicológicos y conductuales. Las drogas de abuso (como la heroína) y las recompensas naturales (como una solución dulce) implican una experiencia placentera consciente, un estado hedónico que Berridge y Robinson (2003) llaman *agrado*. Curiosamente, a nivel conductual revelamos lo mucho que nos gusta un sabor dulce por medio de nuestra expresión facial; en diversas especies, la administración de un sabor dulce provoca un patrón estereotipado de lengüeteo (protrusión de la lengua). Por el contrario, una solución amarga (contaminada con quinina) provoca una respuesta de alejamiento indicativa de desagradado. Lo que resulta de especial interés es que esas señales conductuales del valor hedónico son moduladas por las drogas psicoactivas. Por ejemplo, un tratamiento previo con un agonista opioide incrementa la respuesta de agrado provocada por una solución dulce. Por el contrario, la administración de un antagonista opioide reduce las señales de agrado (Berridge y Robinson, 2003).

En el recuadro 7.1 analizamos la manera en la cual la recompensa se relaciona con la actividad neural en el núcleo accumbens. Con base en lo anterior, Berridge y sus colaboradores exploraron si un agonista receptor no opioide (DAMGO) microinyectado en el núcleo accumbens afectaría la respuesta de agrado provocada por una solución dulce (Pecina, Smith y Berridge, 2006). Encontraron que ese DAMGO ampliaba las señales de agrado, pero sólo cuando la droga se aplicaba dentro de una pequeña región (1 mm³) del núcleo accumbens (figura 7.3), un área que llamaron *punto hedónico álgido*. Fuera de esa región, DAMGO podía provocar

alimentación (una señal conductual de *deseo*, que se analiza más adelante, pero no provocaba señales de *agrado*).

En una región adyacente del cerebro, el pallidum ventral, se descubrió un segundo punto hedónico álgido. También aquí la infusión local del antagonista opioide aumenta la respuesta de agrado a una solución dulce (figura 7.3). Además, los registros electrofisiológicos revelaron que en esta región las neuronas exhiben mayor actividad en respuesta a una solución dulce (Tindell, Smith, Pecina, Berridge y Aldridge, 2006), lo cual indica que esas neuronas están relacionadas con el valor hedónico. Sorprendentemente, la actividad de esas neuronas puede ser cambiada por manipulaciones fisiológicas que modifican la respuesta de agrado. En condiciones normales, las ratas exhibirán una respuesta de desagradado ante una solución demasiado salada, por lo que si se les priva fisiológicamente de sal, los sujetos mostrarán un deseo intenso de sal y señales conductuales de que ahora gustan de las soluciones saladas. A su vez, eso es acompañado por un cambio en la actividad de las neuronas del pallidum ventral. Las soluciones saladas que antes no provocaban actividad neural dentro del punto hedónico álgido del pallidum ventral ahora la provocan, como si el código neural subyacente hubiese sido cambiado.

Durante muchos años los investigadores supusieron que la liberación de dopamina desempeña una función clave en la mediación del placer. Por lo que resultó sorprendente que la completa destrucción de las neuronas dopaminérgicas que inervan al núcleo accumbens no tuviese efecto en el agrado inducido por los opioides (Berridge y Robinson, 2003). Por el contrario, las reacciones de agrado ante los sabores dulces no son provocadas por manipulaciones que involucran a las neuronas dopaminérgicas.

(continúa)

RECUADRO 7.2 (continuación)

A. Reacciones hedónicas (al dulce)

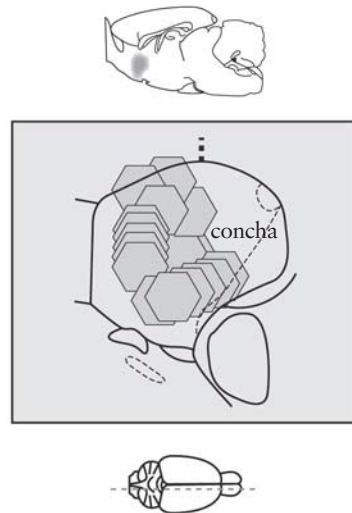


Reacciones de aversión (al sabor amargo)



Susana Pecina, Kyle S. Smith, Kent C. Berridge, *Hedonic Hot Spots in the Brain* (Vol. 12, núm. 6) pp. 501, Copyright © 2006 por The Neuroscientist, reimpreso con permiso de Sage Publications Inc.

B. Núcleo accumbens



C. Pallidum ventral

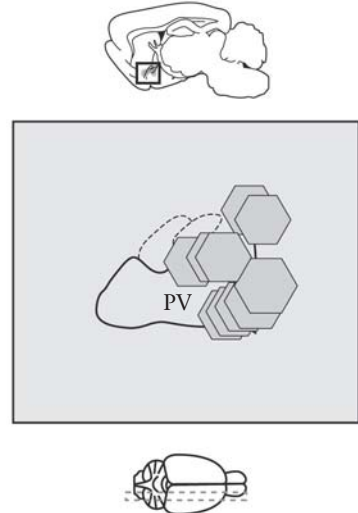


FIGURA 7.3

A) En diferentes especies, los animales exhiben reacciones comparables ante los sabores dulces (paneles superiores) y amargos (inferiores). B) La administración del opioide mu DAMGO en una pequeña región de la cubierta del núcleo accumbens amplifica las reacciones de *agrado* a un sabor dulce (panel izquierdo). La administración del DAMGO fuera de este punto álgido hedónico puede provocar señales de *deseo* (por ejemplo, consumo de comida) pero no de agrado. En el pallidum ventral adyacente existe un segundo punto álgido hedónico (panel derecho). (Adaptado de Pecina *et al.*, 2006.)

(continúa)

RECUADRO 7.2 (continuación)

Cortesía de K. C. Berridge



K. C. Berridge

Cortesía de T. E. Robinson



T. E. Robinson

Esas observaciones sugieren que la actividad de la dopamina no se requiere (no es necesaria) ni es suficiente para generar agrado. Sin embargo, es bien sabido que las manipulaciones que impactan en las neuronas dopaminérgicas pueden afectar notablemente

la conducta de consumo de drogas (Koob, 1999; Hyman *et al.*, 2006). Por ejemplo, la autoadministración de un psicoestimulante es bloqueada por un tratamiento previo con un antagonista de la dopamina o una manipulación fisiológica que destruye las neuronas dopaminérgicas en esta región. En diversas tareas, en la ausencia de dopamina las ratas no pueden utilizar la información sobre las recompensas para motivar la conducta dirigida a metas; tampoco pueden actuar en función de sus preferencias (Hyman *et al.*, 2006).

Berridge y Robinson (2003) sugirieron que las manipulaciones del sistema de la dopamina influyen en la motivación, pues tienen impacto en una cualidad distintiva de la recompensa. En lugar de influir en lo mucho que la recompensa le agrada al animal a nivel consciente, Berridge y Robinson proponen que la actividad de la dopamina se asocia con un proceso inconsciente al que denominan deseo. Consideran que el deseo se relaciona con el valor motivacional subyacente de la recompensa, y que codifica el grado con el que el organismo es impulsado para obtener y consumir la recompensa, independientemente de si su consumo genera placer. Desde esta perspectiva, los opioides microinyectados fuera del punto álgido del núcleo

accumbens generan alimentación, ya que aumentan el deseo, aunque no se haya aumentado el placer (el agrado).

Berridge y Robinson (2003) también suponen que las señales emparejadas con la recompensa adquieren notoriedad como incentivo, pues motivan una forma de deseo. Desde su perspectiva, la notoriedad del incentivo transforma las señales sensoriales de la recompensa en metas atractivas y deseadas. Esas señales actúan como imanes motivacionales que a nivel inconsciente empujan al sujeto a aproximarse a la recompensa. En el recuadro 7.1 analizamos la forma en la que un error de predicción positivo puede implicar actividad de la dopamina y la forma en que esta actividad puede actuar como un profesor, fomentando la asociación de las señales sensoriales con la recompensa. Desde este punto de vista, la actividad de la dopamina, dentro del núcleo accumbens, liga las propiedades hedónicas de una meta a la motivación, impulsando el deseo que puede exacerbar la avidez por la droga. El valor condicionado de las señales emparejadas con la droga puede evaluarse por medio de la prueba de transferencia pavloviana instrumental, y la evidencia sugiere que este efecto depende de la actividad de la dopamina.

J. W. Grau

que activa la expectativa de una recompensa específica o un estado emocional. Sin embargo, por algunas razones, sería raro explicar toda la motivación de la conducta instrumental en términos de esas dos únicas asociaciones. Primero, advierta que ni la asociación E-R ni la asociación E-C involucran una conexión directa entre la respuesta (R) y el reforzador o consecuencia (C), lo cual resulta contraintuitivo. Si le pregunta a alguien por qué realiza una respuesta instrumental, la respuesta probable sería que espera que la respuesta (R) tenga como resultado el reforzador (C). La intuición sugiere que la conducta instrumental implica asociaciones R-C. Nos peinamos esperando que eso mejore nuestra apariencia; vamos al cine porque esperamos que la película resulte entretenida, y abrimos el refrigerador anticipando que eso nos permitirá obtener algo que comer. Aunque nuestras explicaciones informales de la conducta instrumental enfatizan las asociaciones R-C, dichas asociaciones no existen en los modelos de dos procesos.

Otra característica de la estructura del condicionamiento instrumental, asumida por la teoría de los dos procesos, es que se supone que el estímulo (E) se asocia directamente con la consecuencia (C) por el supuesto de que el emparejamiento de E con C es suficiente para que ocurra el condicionamiento clásico. No obstante, como vimos en el capítulo 4, los emparejamientos EC-EI no son suficientes para el desarrollo de asociaciones pavlovianas. El EC también debe brindar información acerca del EI, o relacionarse con él de alguna manera. En una situación de condicionamiento instrumental, el reforzador (C) no puede anticiparse únicamente a partir del estímulo (E). Más bien, la consecuencia (C) ocurre si el individuo realiza la respuesta (R) en presencia de E. De este modo, el condicionamiento instrumental involucra una relación condicional en que E sólo es seguido por C si ocurre R. Las teorías de los dos procesos ignoran esa condicionalidad en la relación de E con C.

Evidencia de asociaciones R-C

Varios investigadores han sugerido que el condicionamiento instrumental da lugar al aprendizaje de asociaciones entre respuesta y consecuencia (Bolles, 1972b; Mackintosh y Dickinson, 1979), una posibilidad que ha recibido el apoyo de varias fuentes de evidencia. Una técnica común involucra la devaluación del reforzador posterior al condicionamiento para ver si eso disminuye la respuesta instrumental (Colwill y Rescorla, 1986; Dickinson y Balleine, 1994; Ostlund, Winterbauer y Balleine, 2008). Esta estrategia es análoga a la estrategia de devaluación del EI en los estudios del condicionamiento pavloviano (capítulo 4). En el condicionamiento pavloviano se utiliza la devaluación del EI para determinar si la respuesta condicionada es mediada por una asociación EC-EI. Si la devaluación del EI, posterior al condicionamiento, interrumpe la RC, puede concluirse que la respuesta condicionada fue mediada por la asociación EC-EI. De manera correspondiente, la devaluación del reforzador se ha empleado para determinar si una respuesta instrumental es mediada por la asociación entre la respuesta y su reforzador resultante.

En una demostración contundente, Colwill y Rescorla (1986) reforzaron primero a ratas por empujar una vara vertical a la derecha o a la izquierda. La respuesta en cualquier dirección era reforzada de acuerdo a un programa de reforzamiento de intervalo variable de un minuto. Durante las sesiones de entrenamiento siempre se dispuso de dos alternativas de respuesta. La única diferencia era que las respuestas en una dirección eran reforzadas con bolitas de comida y las respuestas en la dirección contraria siempre fueron reforzadas con un sorbo de una solución dulce (sucrosa).

Después que las dos respuestas quedaron bien establecidas, se sacó la vara y se realizó el procedimiento de devaluación del reforzador. Uno de los reforzadores (las bolitas de comida o la solución dulce) se presentaba periódicamente en la cámara experimental y era seguido por una inyección de cloruro de litio con el objeto de condicionar una aversión a ese reforzador. Después que se condicionó la aversión al reforzador seleccionado, se reinstaló la vara vertical y las ratas fueron sometidas a una prueba en la que tenían la libertad de empujar la vara a la izquierda o a la derecha, pero no se presentaba comida ni sucrosa.

Los resultados de la prueba se muestran en la figura 7.4. El hallazgo importante fue que era menos probable que las ratas emitieran la respuesta cuyo reforzador se había vuelto aversivo por los emparejamientos con el cloruro de litio. Por ejemplo, si se había utilizado la sucrosa para reforzar las respuestas a la izquierda y luego



Cortesía de B. Balleine

B. Balleine

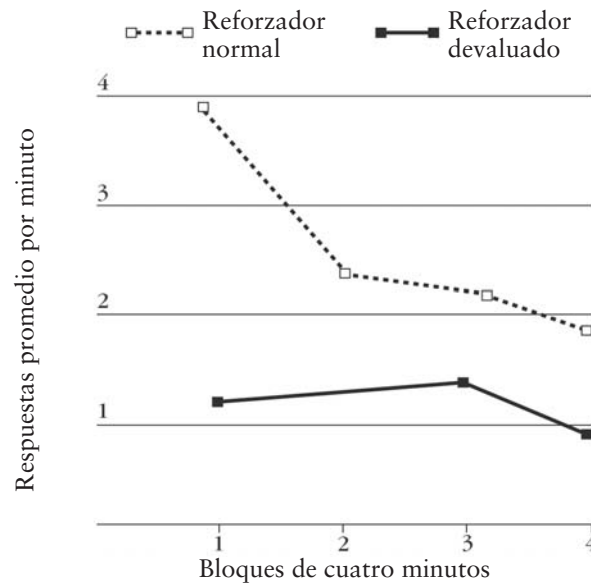


FIGURA 7.4

Efectos de la devaluación del reforzador en la conducta instrumental. La devaluación de un reforzador reduce de manera selectiva la respuesta que previamente fue reforzada con dicho reforzador. (En "Associative Structure in Instrumental Learning", por R. M. Colwill y R. A. Rescorla, en G. H. Bower [editor], 1986, *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 20, pp. 55-104. Derechos reservados © 1986 Academic Press. Reproducido con autorización.)

se había condicionado una aversión a la sucrosa, la probabilidad de que las ratas empujaran la vara a la izquierda era menor a que la empujaran a la derecha.

Los estudios sobre la devaluación del reforzador se realizan de forma similar a los procedimientos usados por Colwill y Rescorla (1986). Una fase inicial de condicionamiento instrumental es seguida por una fase en que se devalúa el reforzador emparejándolo con enfermedad o saciando al sujeto de forma tal que no quiera comer. A continuación se mide la tasa de la conducta instrumental en ausencia del reforzador. No obstante, hay otro paso importante en el proceso. El sujeto tiene que experimentar el nuevo valor del reforzador. Es decir, debe probar qué tan mala se tornó la comida después que fue emparejada con la enfermedad o qué tan desagradable se vuelve una vez que el sujeto ya no tiene hambre. Esto se conoce como *aprendizaje de incentivo*. La conducta instrumental sólo se reducirá si el sujeto ha tenido la oportunidad de aprender cuál es el nuevo valor de incentivo del reforzador (Ostlund, Winterbauer y Balleine, 2008).

Los resultados mostrados en la figura 7.4 constituyen una evidencia particularmente buena de asociaciones R-C, pues no pueden sostenerse explicaciones alternativas. Por ejemplo, la supresión selectiva de la respuesta que se ilustra en la figura 7.4 no puede explicarse en términos de una asociación E-C. Empujar la vara vertical a la izquierda o a la derecha ocurrió en la misma cámara experimental, con el mismo manipuleo y, por ende, en la presencia de los mismos estímulos externos (E). Si la devaluación de uno de los reforzadores hubiese modificado las propiedades del E, eso habría cambiado igualmente ambas respuestas. No fue eso lo que sucedió. Más bien, la devaluación de un reforzador redujo selectivamente

la respuesta particular que había sido entrenada con ese reforzador. Este hallazgo indica que cada respuesta se asoció por separado con su propio reforzador. Los participantes aprendieron asociaciones R-C separadas.

Los resultados presentados en la figura 7.4 tampoco pueden explicarse por medio de asociaciones E-R, las cuales no incluyen al reforzador. Por lo tanto, la devaluación del reforzador no puede alterar la conducta mediada por una asociación E-R. De hecho, la falta de sensibilidad a la devaluación del reforzador se utiliza a menudo como evidencia de una asociación E-R (Everitt y Robbins, 2005). La conducta instrumental se vuelve habitual e insensible a la devaluación del reforzador si una sola respuesta instrumental es seguida por la misma consecuencia a lo largo de un periodo prolongado de entrenamiento (Dickinson *et al.*, 1995). Este efecto del entrenamiento prolongado no se observa si se entrenan varias respuestas instrumentales, cada una con su propio reforzador (Holland, 2004.)

Relaciones jerárquicas E(R-C)

La evidencia mencionada arriba demuestra con claridad que los organismos aprenden a asociar una respuesta instrumental con su consecuencia. Sin embargo, las asociaciones R-C no pueden actuar por sí solas para producir conducta instrumental. Como señalaron Mackintosh y Dickinson (1979), el hecho de que la respuesta instrumental activa una expectativa del reforzador no es suficiente para saber qué ocasionó la respuesta en primer lugar. Se requiere un factor adicional para activar la asociación R-C. Una posibilidad es que la asociación R-C sea activada por los estímulos (E) que están presentes cuando se refuerza la respuesta. Según este punto de vista, E no activa R de manera directa, sino que activa la asociación R-C. Planteado en términos informales, el sujeto llega a pensar en la asociación R-C cuando se encuentra con E, y eso lo motiva a emitir la respuesta instrumental.

Skinner (1938) sugirió hace muchos años que en el condicionamiento instrumental E, R y C están conectados por medio de una relación condicional E(R-C). Esta sugerencia fue seguida con energía al final del siglo XX. Se han desarrollado diversas líneas de evidencia, directa e indirecta, que señalan al aprendizaje de relaciones E(R-C) en el condicionamiento instrumental (Colwill y Rescorla, 1990; Davidson, Aparicio y Rescorla, 1988; Holman y Mackintosh, 1981; Goodall y Mackintosh, 1987; Rescorla 1990a, 1990b). La mayor parte de esos estudios han implicado procedimientos complejos de entrenamiento discriminativo que escapan al alcance del presente análisis. (El segundo experimento de Colwill y Delamater, 1995, es un ejemplo especialmente bueno.)

REGULACIÓN CONDUCTUAL

Aunque los análisis asociativos contemporáneos de la motivación instrumental van mucho más allá de la ley del efecto de Thorndike, forman parte de la tradición de Thorndike y Pavlov que ve el mundo de la conducta en términos de estímulos, respuestas y asociaciones. Los análisis de la regulación conductual se basan en una visión del mundo radicalmente distinta. En lugar de considerar al condicionamiento instrumental en términos del reforzamiento de una respuesta en presencia de ciertos estímulos, la regulación conductual se enfoca en la manera en que los procedimientos de condicionamiento instrumental ponen limitaciones a las actividades de un organismo y ocasionan la redistribución de dichas actividades.

Antecedentes de la regulación conductual

En un inicio se consideraba que los reforzadores eran tipos especiales de estímulos. Por ejemplo, Thorndike describía a un reforzador como un estímulo que produce un *estado satisfactorio de cosas*. Se hicieron varias propuestas acerca de las características especiales que debe tener un estímulo para funcionar como reforzador. Si bien había diferencias de opinión, durante casi medio siglo después del planteamiento de la ley del efecto de Thorndike los teóricos coincidían en la idea de que los reforzadores eran estímulos especiales que fortalecían la conducta instrumental.

Teoría de la respuesta consumatoria

El primer desafío para la idea de que los reforzadores son estímulos se originó en Fred Sheffield y sus colaboradores, quienes plantearon la **teoría de la respuesta consumatoria**. Varios reforzadores, como la comida y el agua, provocan respuestas incondicionadas típicas de la especie, como masticar, lamer y tragar. La teoría de la respuesta consumatoria atribuye el reforzamiento a esas conductas típicas de la especie. Afirma que las respuestas consumatorias típicas de la especie (comer, beber, etcétera) son en sí mismas la característica esencial de los reforzadores. En apoyo a esa idea, Sheffield, Roby y Campbell (1954) demostraron que la sacarina, un endulzante artificial, funcionaba como un reforzador eficaz aunque no tuviese valor nutritivo y consecuentemente no pudiese satisfacer una necesidad biológica. Las propiedades reforzantes de los endulzantes artificiales son el cimiento de la floreciente industria de la comida dietética. Sin embargo, además de su valor comercial estos productos también hicieron avanzar nuestras ideas acerca de la motivación instrumental.

La teoría de la respuesta consumatoria constituyó una innovación radical, pues cambió la búsqueda de los reforzadores de tipos especiales de estímulos a tipos especiales de respuestas. Se asumió que las respuestas reforzantes eran especiales debido a que implicaban la consumación o completamiento de una secuencia conductual instintiva. (Consulte el análisis que se hace de la conducta consumatoria en el capítulo 2.) La teoría supuso que las respuestas consumatorias (como masticar y tragar) son fundamentalmente distintas de diversas respuestas instrumentales potenciales como correr, saltar o presionar una palanca. David Premack se opuso a ello y sugirió que las respuestas reforzantes son especiales, sólo porque tienen más probabilidad de ocurrir que las respuestas instrumentales que les siguen.

El principio de Premack

Premack señalaba que las respuestas involucradas con los reforzadores de uso común implican actividades que es muy probable que realicen los animales. En un experimento con reforzamiento alimenticio, por lo general se priva de comida a los participantes que, en consecuencia, se muestran muy propensos a participar en la conducta alimenticia. En contraste, las respuestas instrumentales suelen ser actividades de baja probabilidad. Por ejemplo, la probabilidad de que una rata experimentalmente ingenua presione una palanca es mucho menor que la probabilidad de que coma. Premack (1965) propuso que esta diferencia en las probabilidades de las respuestas es crucial para el reforzamiento. El **principio de Premack** puede exponerse formalmente de la siguiente manera:

Dadas dos respuestas de probabilidad distinta, A y B, la oportunidad para realizar la respuesta de alta probabilidad (A) después de la respuesta de baja probabilidad (B) tendrá como resultado el reforzamiento de la respuesta B. ($B \rightarrow A$ refuerza B.) La oportunidad para realizar la respuesta de baja probabilidad (B) después de la respuesta de mayor probabilidad (A) no resultará en el reforzamiento de la respuesta A. ($A \rightarrow B$ no refuerza A.)

El principio de Premack se enfoca en la diferencia en la probabilidad de la respuesta instrumental y la respuesta reforzante. Por tanto, se conoce también como **principio de probabilidad diferencial**. Comer reforzará la presión de palanca, pues, por lo regular, comer es más probable que palanquear. Fuera de eso, la teoría de Premack niega que exista algo especial en un reforzador.

Premack y sus colaboradores llevaron a cabo muchos experimentos para probar su teoría (Premack, 1965). Uno de los primeros estudios se realizó con niños pequeños a quienes se proporcionó dos respuestas alternativas (comer caramelos y jugar con una máquina de pinball) para luego medir qué respuesta era más probable para cada niño. Algunos de los niños preferían comer caramelos a jugar pinball, pero otros preferían jugar con la máquina. En la segunda fase del experimento (figura 7.5), se probó a los niños con uno de dos procedimientos. En uno, se designó a comer como la respuesta reforzante y a jugar pinball como la respuesta instrumental. Es decir, los niños tenían que jugar con la máquina de pinball para tener acceso a los dulces. En congruencia con la teoría de Premack, en esas circunstancias sólo los niños que preferían comer a jugar pinball mostraron un efecto de reforzamiento.

En otra prueba, se invirtieron los papeles de ambas respuestas. Comer fue la respuesta instrumental y jugar pinball fue la respuesta reforzante. Los niños tenían que comer caramelos para tener acceso a la máquina de pinball. En esta situación, sólo los niños que preferían jugar a comer mostraron un efecto de reforzamiento.

La importancia del principio de Premack es que, en potencia, cualquier actividad de elevada probabilidad puede ser un reforzador eficaz de una respuesta que el sujeto no muestre inclinación a realizar. Por ejemplo, en ratas de laboratorio beber una gota de sucrosa es una respuesta de alta probabilidad y, como se podría

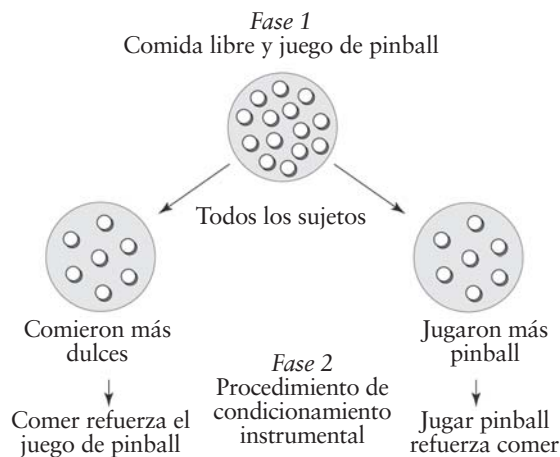
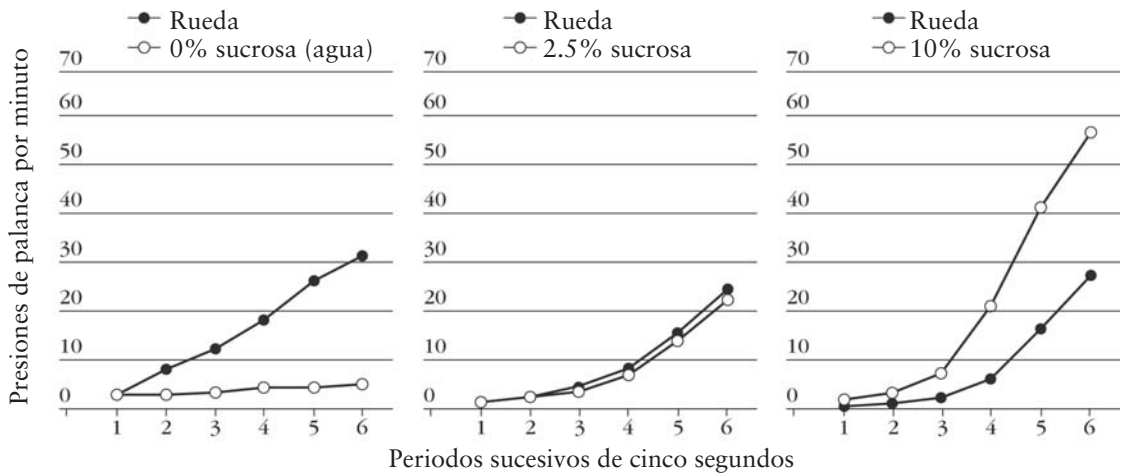


FIGURA 7.5

Diagrama del estudio de Premack (1965).

**FIGURA 7.6**

Tasa de presión de palanca durante periodos sucesivos de cinco segundos de un programa de intervalo fijo de 30 segundos en que el reforzamiento consistía en tener acceso a la rueda de actividad o a diversas concentraciones de sucrosa. (Belke y Hancock, 2003.)

predecir, la sucrosa es eficaz para reforzar la presión de palanca. Correr en una rueda de actividad también es una respuesta de alta probabilidad en las ratas. Por consiguiente, se podría predecir que correr también será un reforzador eficaz para la presión de la palanca. Numerosos estudios han confirmado esta predicción. Por ejemplo, Belke y Hancock (2003), compararon la presión de palanca reforzada con sucrosa o por la oportunidad de correr durante 15 segundos en una rueda de actividad de acuerdo a un programa de intervalo fijo de 30 segundos. En diferentes fases del experimento, se probó a las ratas con diversas concentraciones de la sucrosa.

En la figura 7.6 se resume la presión de palanca en el programa IF 30 segundos por los reforzadores de correr en la rueda y por concentraciones de sucrosa que iban de 0 a 10%. Los datos se presentan en términos de la tasa de presión de palanca en periodos sucesivos de cinco segundos del programa IF 30 segundos. Como era de esperar con un programa de intervalo fijo, las tasas de respuesta se incrementaron al acercarse el final del periodo de 30 segundos. Correr en la rueda de actividad como reforzador fue tan eficaz como la solución de sucrosa al 2.5% y más eficaz que la solución de sucrosa al 0%; sin embargo, cuando la concentración de sucrosa era de 10%, la respuesta por el dulce era mayor que la respuesta por la oportunidad de correr.

Aplicaciones del principio de Premack

El principio de Premack ha tenido un gran impacto en el diseño de los procedimientos de reforzamiento utilizados para ayudar a diversas poblaciones clínicas. En una aplicación inicial, Mitchell y Stoffelmayr (1973) estudiaron a dos pacientes hospitalizados con esquizofrenia crónica que rechazaban todos los reforzadores tangibles que se les ofrecían (dulces, cigarrillos, fruta, panecillos). Los otros pacientes del pabellón participaban en un proyecto de trabajo que implicaba retirar el alambre de cobre fuertemente enroscado en las bobinas. Los dos participantes en este estudio no intervinieron en el proyecto de las bobinas

y pasaban sentados la mayor parte de su tiempo. Dado su limitado repertorio conductual, ¿qué podría constituir un reforzador eficaz? El principio de Premack sugería que la oportunidad de sentarse podría ser un buen reforzador para esos pacientes. Para probar esta idea, los investigadores sólo daban a los sujetos la oportunidad de sentarse si trabajaban un poco en la tarea de limpiar las bobinas.

Cada participante fue entrenado por separado. Al inicio de cada ensayo se les pedía o se les convencía de que se pusieran de pie, luego se les entregaba una pieza de cable. Si realizaban las respuestas requeridas de limpiar las bobinas, se les permitía sentarse por alrededor de 90 segundos y luego empezaba el siguiente ensayo. Este procedimiento tuvo un enorme éxito. Mientras estuvo en efecto la contingencia instrumental, ambos pacientes trabajaban a una tasa mucho mayor que los sujetos a quienes simplemente se les pidió que participaran en el proyecto de limpieza del cable. Las instrucciones normales y las amonestaciones para participar en el proyecto eran completamente ineficientes, pero aprovechar la única respuesta de alta probabilidad que tenían los participantes (sentarse) funcionó muy bien.

Se han realizado otros estudios interesantes en niños con autismo, quienes realizan conductas repetitivas o estereotipadas inusuales. Una de esas conductas, llamada *ecolalia demorada*, implica la repetición de palabras. Por ejemplo, a un niño autista se le escuchaba decir una y otra vez “¡Ding, ding, ding! Ganaste otra vez” y “Juego por el campeonato 83”. Otra forma de conducta estereotipada, la *conducta perseverante*, implica la manipulación persistente de un objeto. Por ejemplo, el niño puede manipular repetidamente sólo ciertos juguetes de plástico.

La alta probabilidad de la ecolalia y de la conducta perseverante en niños con autismo sugiere que dichas respuestas pueden utilizarse de manera efectiva como reforzadores en los procedimientos del tratamiento. Charlop, Kurtz y Casey (1990) compararon la efectividad de diversas formas de reforzamiento en el entrenamiento de varias habilidades académicas en distintos niños con autismo (Hanley, Iwata, Thompson y Lindberg, 2000). Las tareas incluían identificar, entre varios objetos, cuáles eran iguales o diferentes de uno sostenido por el maestro, sumar monedas y dar respuestas correctas a oraciones diseñadas para enseñar pronombres receptivos o preposiciones. En una condición experimental, se usaba como reforzador algún alimento preferido (por ejemplo, una pieza pequeña de chocolate, cereal o una galleta) sin que se hubiera programado privación alimenticia. En otra condición el reforzador consistía en la oportunidad de realizar una respuesta estereotipada durante tres a cinco segundos.

Algunos de los resultados del estudio se muestran en la figura 7.7. Cada panel representa los datos de un estudiante distinto. Advierta que en cada caso, la oportunidad de participar en la respuesta estereotipada generaba un mejor desempeño en el entrenamiento de las tareas que el reforzamiento alimenticio. La ecolalia demorada y la conducta perseverante permitieron incrementar el desempeño de la tarea por arriba de lo observado con el reforzamiento alimenticio. Esos resultados indican que las respuestas de alta probabilidad pueden reforzar respuestas de probabilidad menor, incluso si las respuestas reforzantes no son características de la conducta normal.

El principio de Premack hizo avanzar nuestras ideas sobre el reforzamiento de manera importante, animó a pensar en los reforzadores como respuestas más que como estímulos y amplió considerablemente la variedad de actividades que los investigadores empezaron a usar como reforzadores. Con el principio

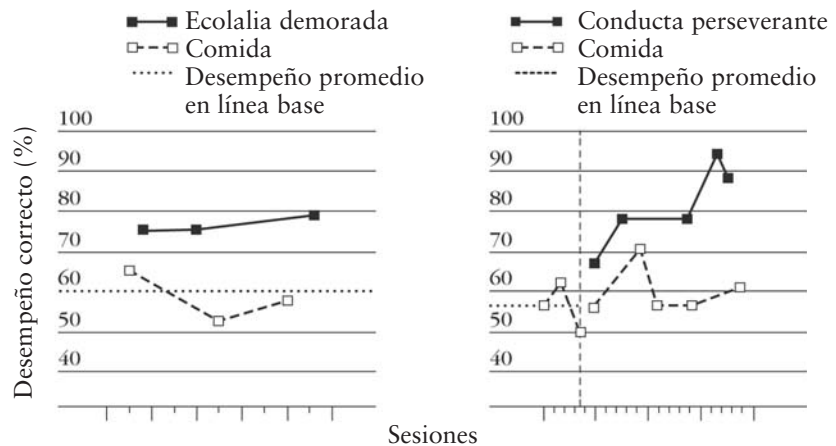


FIGURA 7.7

Desempeño de la tarea en dos niños con autismo. La conducta de uno de los estudiantes se reforzaba con comida o con la oportunidad de mostrar ecolalia demorada. La conducta del otro estudiante era reforzada con comida o con la oportunidad de realizar una respuesta perseverante. (La respuesta durante los periodos de línea base también se reforzó con comida.) (De "Using Aberrant Behaviors as Reinforcers for Autistic Children", por M. H. Charlop, P. F. Kurtz y F. G. Casey, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 23, pp. 163-181. Derechos reservados © 1990 por la Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Reproducido con autorización.)

de Premack, cualquier conducta podría funcionar como reforzador, siempre y cuando fuese más probable que la respuesta instrumental. La probabilidad diferencial como la clave para el reforzamiento preparó el escenario para la aplicación de los procedimientos de reforzamiento a todo tipo de problemas humanos. Sin embargo, problemas con la medición de la probabilidad de la respuesta y un examen más riguroso de los procedimientos de condicionamiento instrumental alejó del principio de Premack los desarrollos teóricos posteriores.

La hipótesis de privación de respuesta

En la mayor parte de los procedimientos de condicionamiento instrumental, la probabilidad de la actividad reforzante se mantiene a un nivel elevado restringiendo el acceso al reforzador. A las ratas de laboratorio reforzadas con comida por lo regular no se les da alimento antes de la sesión experimental y reciben una pequeña bolita de comida por cada respuesta de presión de palanca. Esas limitaciones en el acceso a la comida (y a la conducta alimenticia) son muy importantes. Si entregamos a la rata toda una comida por una sola presión de palanca, es posible que no responda más de una o dos veces al día. Generalmente, las restricciones en la oportunidad para realizar la respuesta reforzante incrementan su efectividad como reforzadora.

Premack (1965) reconoció la importancia de restringir el acceso al reforzador, pero no era esa la idea principal detrás de su teoría. En contraste, Timberlake y Allison (1974; consulte también Allison, 1993) abandonaron del todo el principio de probabilidad diferencial y argumentaron que la restricción de la actividad reforzante era el factor fundamental para el reforzamiento instrumental. La propuesta se denominó **hipótesis de privación de respuesta** o (en la investigación aplicada) **modelo de desequilibrio**.



W. Timberlake

En pruebas particularmente decisivas de la hipótesis de privación de respuesta, varios investigadores encontraron que hasta una respuesta de baja probabilidad podía funcionar como reforzador siempre y cuando se impidiera a los participantes realizar dicha respuesta (Timberlake y Allison, 1974; Eisenberg, Karpman y Trattner, 1967). Johnson y sus colaboradores (2003) probaron esta teoría en el escenario de un salón de clases con estudiantes que presentaban retardo mental de moderado a severo. Para cada estudiante los maestros identificaron cosas que no era muy probable que hicieran. Por ejemplo, para Edgar clasificar tarjetas y dibujar letras eran respuestas con baja probabilidad, pero dibujar letras era la menos probable de ambas respuestas. No obstante, la oportunidad de trazar era un reforzador eficaz para la conducta de clasificación si se había restringido el trazado de letras a niveles inferiores a línea base. Este resultado es contrario al principio de Premack y demuestra que la privación de respuesta es más importante para efectos del reforzamiento que la probabilidad diferencial de la respuesta.

La hipótesis de privación de respuesta proporcionó un nuevo principio para la predicción de lo que funcionará como reforzador eficaz. También brindó un nuevo procedimiento para crear reforzadores: restringir el acceso a la actividad reforzante. Resulta interesante advertir que cierta restricción es inherente a todos los procedimientos de condicionamiento instrumental. Todos ellos requieren que se retenga el reforzador hasta que se haya llevado a cabo la respuesta instrumental especificada. La hipótesis de privación de respuesta señala que esta característica distintiva del condicionamiento instrumental es fundamental para la generación de un efecto de reforzamiento.

Las ideas tradicionales del reforzamiento suponen que un reforzador es algo que existe independientemente del procedimiento de condicionamiento instrumental. Por ejemplo, se pensaba que la comida era un reforzador se usase o no en el condicionamiento instrumental. La hipótesis de privación de respuesta hace explícita la idea radicalmente diferente de que un reforzador es producido por la propia contingencia instrumental. A continuación consideraremos cómo es que las contingencias instrumentales crean reforzadores y que los efectos del reforzamiento han sido analizados con mayor detalle por las teorías de regulación conductual.



Cortesía de J. Allison

J. Allison

Regulación conductual y el punto de éxtasis conductual

La regulación es un tema recurrente en la teoría de la conducta. En capítulos anteriores examinamos los procesos regulatorios; en el capítulo 2 lo hicimos en conexión con la teoría motivacional del proceso oponente, y en el capítulo 4 en relación con el papel del aprendizaje en la homeostasis fisiológica. La homeostasis fisiológica se refiere a los mecanismos que permiten mantener aspectos fundamentales del cuerpo (como el nivel de azúcar en la sangre y la temperatura) dentro de límites aceptables. Una desviación del nivel fisiológicamente óptimo u homeostático desencadena una serie de cambios que permiten regresar el sistema al nivel homeostático.

Las teorías de la regulación conductual suponen que existen mecanismos análogos en relación con la conducta. Dentro del marco de la regulación conductual, se supone que los organismos tienen una distribución preferida u óptima de actividades que se esfuerzan por mantenerlas ante los desafíos o interrupciones. Las teorías de la regulación conductual se enfocan en la medida

en que una contingencia instrumental, entre respuesta y reforzador, interrumpe la estabilidad conductual y obliga al individuo a alejarse de la distribución de actividades óptima o preferida (Allison, 1983, 1989; Hanson y Timberlake, 1983; Tierney, 1995; Timberlake, 1980, 1984, 1995).

Un individuo tiene que comer, respirar, beber, mantenerse caliente, ejercitarse, reproducirse, cuidar de sus crías, etcétera. Todas esas actividades tienen que ocurrir en proporciones particulares. Uno no desea comer en exceso o exageradamente poco, ejercitarse de más o casi nada. Si se altera el balance de actividades preferido u óptimo, se supone que la conducta cambia para corregir la desviación del nivel homeostático. Esta suposición básica de la regulación conductual es bastante simple. Sin embargo, como veremos, numerosos factores (algunos de los cuales son un poco complicados) pueden influir en la manera en que los organismos superan los desafíos a su distribución preferida u óptima de respuestas.

El punto de éxtasis conductual

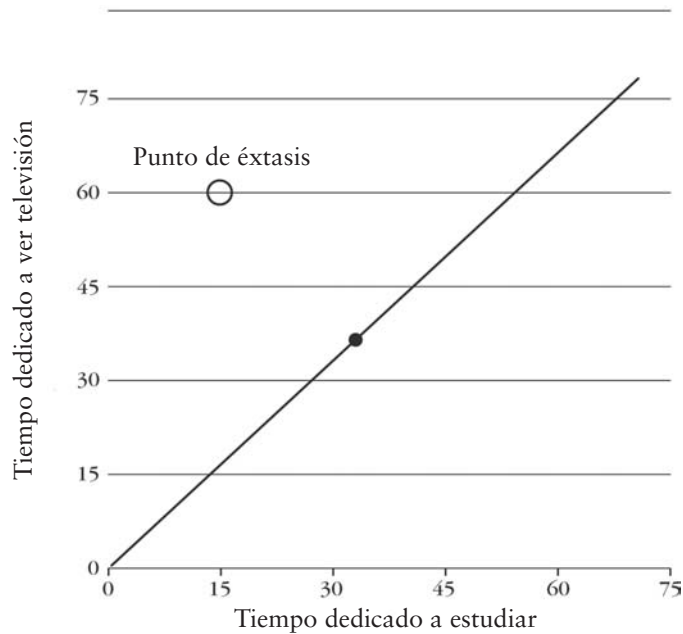
Toda situación proporciona varias oportunidades de respuesta. En una cámara experimental, por ejemplo, un animal puede correr en la rueda de actividad, beber, comer, rasguñarse, olfatear agujeros o manipular la palanca de respuestas. La teoría de la regulación conductual supone que si los organismos tienen la libertad para distribuir sus respuestas entre las alternativas de que disponen, lo harán de una forma que les resulte más cómoda u *óptima*. Esta distribución de las respuestas define el **punto de éxtasis conductual**.

La distribución particular de actividades que constituye el punto de éxtasis variará de una situación a otra. Por ejemplo, si resulta muy difícil hacer girar la rueda de actividad o si se somete al participante a una severa privación de agua, se observará un cambio en las probabilidades de correr y de beber. Sin embargo, para una circunstancia en particular, se considera que el punto de éxtasis conductual (revelado en las elecciones no restringidas entre alternativas de respuesta) se mantiene estable a lo largo del tiempo.

El punto de éxtasis conductual puede ser identificado por la frecuencia relativa con que ocurren todas las respuestas de un organismo en una situación sin restricciones. Para simplificar el análisis nos concentraremos en sólo dos respuestas. Considere la manera en que un estudiante de preparatoria puede distribuir sus actividades entre estudiar y ver televisión. La figura 7.8 representa el tiempo que se dedica a ver televisión en el eje vertical y el tiempo que se dedica a estudiar en el eje horizontal. Si no se imponen restricciones a su conducta, es probable que dedique más tiempo a ver televisión que a estudiar. Esto es representado por el círculo abierto en la figura 7.8 que es el *punto de éxtasis conductual* en esta situación. En el punto de éxtasis, el estudiante ve televisión durante 60 minutos por cada 15 minutos de estudio.

Imposición de una contingencia instrumental

¿Cómo afectaría al punto de éxtasis conductual del estudiante la introducción de una contingencia instrumental entre estudiar y ver televisión? Eso depende de la naturaleza de la contingencia. La figura 7.8 muestra la línea de un programa que empieza en el origen y se incrementa en un ángulo de 45 grados. Esta línea define un programa de reforzamiento que permite al estudiante ver televisión el mismo tiempo que dedica a estudiar; si estudia por 10 minutos, puede ver

**FIGURA 7.8**

Asignación de la conducta entre ver televisión y estudiar. El círculo abierto muestra la asignación óptima, o punto de éxtasis conductual, que se obtiene cuando no hay restricciones en ninguna actividad. La línea del programa representa un programa de reforzamiento en que se requiere que el estudiante estudie la misma cantidad de tiempo que puede ver televisión. Advierta que una vez que se impone este programa de reforzamiento, ya no es posible que el estudiante logre el punto de éxtasis conductual. El programa priva al estudiante del acceso a la televisión y lo obliga o motiva a incrementar el estudio.

televisión durante 10 minutos; si estudia una hora, podrá ver televisión durante una hora. ¿Cuál podría ser la consecuencia de interrumpir la libre elección de estudiar y ver televisión al imponer la restricción de dicho programa?

La teoría de la regulación conductual afirma que los organismos se defenderán contra las amenazas a su punto de éxtasis conductual, de la misma forma en que la regulación fisiológica implica la defensa contra las amenazas al punto de regulación fisiológica. No obstante, lo interesante es que el punto de éxtasis conductual en línea base libre por lo regular no puede restablecerse después de introducir una contingencia instrumental. En nuestro ejemplo, el punto de éxtasis conductual era 60 minutos de ver televisión y 15 minutos de estudio. Una vez que se impone la contingencia instrumental, no hay forma de que el estudiante pueda ver televisión por 60 minutos y estudiar sólo por 15 minutos. Si él insiste en ver televisión por 60 minutos, tendrá que aceptar que se agreguen 45 minutos a su tiempo de estudio. Por otro lado, si el estudiante insiste en dedicar sólo 15 minutos al estudio (como en el punto de éxtasis), tendrá que disminuir 45 minutos a su tiempo óptimo (60 minutos) de ver televisión. Hay desventajas tanto en la defensa de la cantidad preferida de estudio como en la defensa de la cantidad preferida de ver televisión. El dilema planteado por una contingencia instrumental suele ser que no se permite regresar al punto de éxtasis.

Aunque la contingencia instrumental mostrada en la figura 7.8 hace imposible regresar al punto de éxtasis conductual, esto no significa que dicho punto se vuelva

irrelevante. Por el contrario, la teoría de la regulación conductual supone que el regreso al punto de éxtasis conductual sigue siendo una meta de la asignación de respuestas. Cuando no puede alcanzarse la meta, la redistribución de respuestas entre la conducta instrumental y la contingente se convierte en una cuestión de compromiso. La tasa de una respuesta se lleva tan cerca como sea posible a su nivel preferido sin alejar demasiado la otra respuesta de su nivel preferido.

Por ejemplo, Staddon propuso un **modelo de desviación mínima** de la regulación conductual para resolver el dilema de las restricciones del programa (Staddon, 1983/2003). Según este modelo, la introducción de una contingencia entre respuesta y reforzador ocasiona que los organismos redistribuyan su conducta entre la respuesta instrumental y la respuesta contingente de tal forma que se minimice la desviación total de ambas respuestas respecto al punto de éxtasis. El punto de desviación mínima es mostrado por el círculo oscuro sobre la línea del programa en la figura 7.8. En el caso de las situaciones en que no puede alcanzarse la línea base libre del punto de éxtasis, el modelo de desviación mínima proporciona una idea de la forma en que los organismos se conforman con el siguiente objeto mejor.

Explicación de los efectos del reforzamiento

¿Cómo produce la regulación conductual los efectos del reforzamiento? La regulación conductual involucra la defensa del punto de éxtasis conductual ante las restricciones a la respuesta impuestas por una contingencia entre respuesta y reforzador. Como se mencionó antes, esta defensa puede requerir que el organismo se conforme con algo cercano a la línea base libre del punto de éxtasis. ¿Cómo conducen esos mecanismos a incrementos en la conducta instrumental en los procedimientos típicos de condicionamiento instrumental?

Un efecto del reforzamiento es identificado por un incremento en la ocurrencia de una respuesta instrumental por arriba del nivel de esa conducta en ausencia de la contingencia entre respuesta y reforzador. La línea del programa, mostrada en la figura 7.8, involucra restringir el acceso a ver televisión por debajo del nivel especificado por el punto de éxtasis. Para acercarse al punto de éxtasis conductual, el estudiante debe aumentar su tiempo de estudio de tal manera que obtenga una mayor oportunidad de ver televisión. Eso es precisamente lo que ocurre en los procedimientos típicos de condicionamiento instrumental. El acceso al reforzador es restringido; para obtener mayor oportunidad de practicar la respuesta reforzante el individuo tiene que incrementar su desempeño de la respuesta instrumental. De este modo, la mayor ejecución de la respuesta instrumental (un efecto del reforzamiento) es resultado de mecanismos de regulación conductual que funcionan para minimizar las desviaciones del punto de éxtasis conductual.

RECUADRO 7.3

La aproximación del punto de éxtasis y la terapia de la conducta

Las teorías de la regulación conductual del reforzamiento no sólo brindan nuevas ideas sobre antiguos problemas teóricos que conciernen al reforzamiento, sino que

también sugieren aproximaciones alternativas a la terapia conductual (Farmer-Dougan, 1998; Timberlake y Farmer-Dougan, 1991). Por ejemplo, la aproximación del punto de éxtasis

nos obliga a considerar el contexto conductual en que se introduce una contingencia instrumental.

Un procedimiento de reforzamiento puede incrementar o disminuir

(continúa)

RECUADRO 7.3 (continuación)

la respuesta objetivo dependiendo de ese contexto conductual. Por consiguiente, la aproximación del punto de éxtasis puede ayudarnos a entender algunas situaciones en que un procedimiento de reforzamiento produce una disminución inesperada en la respuesta instrumental.

Un área de la terapia conductual en que los procedimientos de reforzamiento resultan sorprendentemente ineficaces es el uso del reforzamiento social por parte de los padres para incrementar la conducta prosocial de un niño. Un padre cuyo hijo se comporta mal con frecuencia es alentado a ofrecerle más reforzamiento social por conductas positivas bajo el supuesto de que la mala conducta del niño es producto de las bajas tasas de reforzamiento de los padres. Viken y McFall (1994) señalaron que la falla común de dichos procedimientos de reforzamiento es predecible si se considera el punto de éxtasis conductual del niño.

La figura 7.9 muestra el espacio conductual para el reforzamiento social de los padres y la conducta positiva del niño. El círculo abierto representa el supuesto punto de éxtasis del niño. Si se le deja a su libre arbitrio, el niño prefiere una gran cantidad de reforzamiento social y emitir pocas conductas positivas. La línea punteada representa la baja tasa de reforzamiento social que está en efecto antes de una intervención terapéutica. De acuerdo con la línea de este programa, el niño tiene que realizar dos respuestas positivas para recibir cada reforzador social del padre. El punto oscuro sobre la línea indica el punto de equilibrio, donde las respuestas sociales del niño y los reforzadores sociales obtenidos están a igual distancia de sus respectivos valores del punto de éxtasis.

El procedimiento terapéutico involucra aumentar el reforzamiento social, digamos a una razón de 1:1,

lo cual es ilustrado por la línea continua de la figura 7.9. Ahora el niño recibe un reforzador social por cada conducta positiva. El punto de equilibrio es ilustrado de nuevo por el punto negro de datos. Advierta que con el mayor reforzamiento social, el niño puede obtener más de los reforzadores sociales que desea sin tener que realizar más respuestas positivas. De hecho, el niño puede incrementar su tasa de reforzamiento social aunque realice menos respuestas positivas. No sorprende entonces que el procedimiento terapéutico de reforzamiento no incremente la tasa de respuestas positivas. El resultado inesperado del mayor reforzamiento social ilustrado en la figura 7.9 sugiere que las soluciones para los problemas conductuales requieren la consideración cuidadosa de la relación entre la nueva contingencia instrumental y las condiciones previas de línea base.

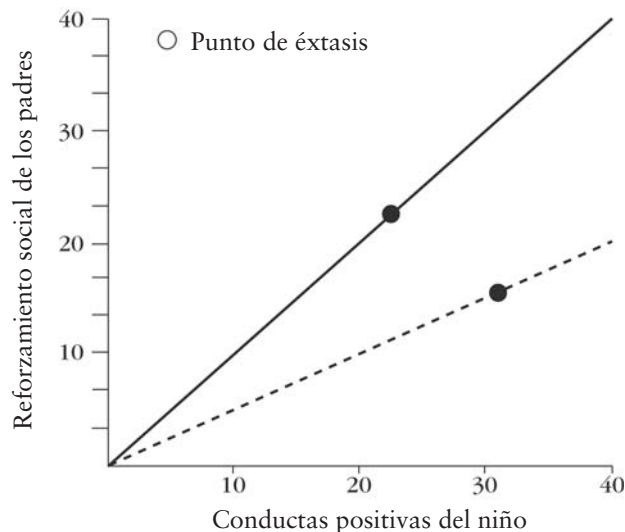


FIGURA 7.9

Datos hipotéticos del reforzamiento social de los padres y la conducta positiva del niño. El punto de éxtasis conductual para el niño es indicado por el círculo blanco. La línea punteada representa la tasa de reforzamiento social para la conducta positiva que estaba en efecto antes de la introducción del procedimiento de tratamiento. La línea continua representa la tasa de reforzamiento social para la conducta positiva establecida por el procedimiento de terapia conductual. El punto negro en cada línea representa el punto de equilibrio para cada programa.

Consideración de las contingencias de reforzamiento en un contexto conductual más amplio

La explicación anterior de la forma en que las restricciones del programa producen efectos de reforzamiento sólo considera la respuesta instrumental y la respuesta reforzante (estudiar y ver televisión). Sin embargo, lo más factible es que el ambiente de un estudiante le brinde una variedad mayor de opciones. Las contingencias instrumentales no ocurren en un vacío conductual, sino en el contexto de una diversidad de respuestas y reforzadores a los que el estudiante tiene acceso. Además, ese contexto conductual más amplio puede ejercer una influencia significativa en la manera en que la persona se ajusta a la restricción de un programa. Por ejemplo, si el estudiante disfruta escuchar su iPod tanto como ver televisión, las restricciones en el acceso a la televisión quizá no incrementen la conducta de estudio; el estudiante puede cambiar a escuchar el iPod, a entretenerse con un juego de video o a divertirse con sus amigos. Cualesquiera de esas opciones socavarán la contingencia instrumental. El estudiante podría escuchar su iPod o salir con amigos en lugar de ver televisión sin aumentar su conducta de estudio.

Este ejemplo muestra la necesidad de considerar el contexto más amplio de las opciones de respuesta del organismo para poder hacer predicciones precisas de los efectos del procedimiento de condicionamiento instrumental. Enfocarse únicamente en la respuesta instrumental y sus estímulos antecedentes y consecuentes (es decir, la estructura asociativa de la conducta instrumental) no es suficiente. El efecto de un procedimiento particular de condicionamiento instrumental puede depender de las fuentes alternativas de reforzamiento de que disponga el organismo, de la manera en que esos otros reforzadores están relacionados con el reforzador particular implicado en la contingencia instrumental y en los costos de obtener esos reforzadores alternativos. Esos temas han sido considerados de manera sistemática en la aplicación de los conceptos económicos al problema de la asignación de respuestas.

Conceptos económicos y asignación de respuestas

El enfoque del punto de éxtasis redefinió el tema fundamental del reforzamiento. Alejó la atención de la idea de que los reforzadores son estímulos especiales que establecen relaciones asociativas especiales con la respuesta instrumental y con sus antecedentes. Con el enfoque del punto de éxtasis la pregunta fundamental pasó a ser, *¿cómo es que las restricciones de un procedimiento de condicionamiento instrumental producen cambios en el comportamiento?*

Quienes han estudiado economía pueden reconocer una semejanza con los problemas abordados por los economistas, quienes, al igual que los psicólogos, se esfuerzan por entender los cambios en la conducta en términos de preferencias preexistentes y de las restricciones para la satisfacción de esas preferencias. Como señalaron Bickel, Green y Vuchinich (1995), “la economía es el estudio de la asignación de la conducta dentro de un sistema de restricciones” (p. 258). En la arena económica, las restricciones al comportamiento son impuestas por nuestro ingreso y por el precio de los bienes que queremos comprar. En las situaciones de condicionamiento instrumental, las restricciones son impuestas por el número de respuestas que un organismo puede realizar (su “ingreso”) y la cantidad de respuestas requeridas para obtener cada reforzador (el “precio” de la recompensa).

Los psicólogos se han interesado en las semejanzas entre las restricciones económicas en el mercado y las restricciones del programa en el condicionamiento

instrumental. El análisis de la regulación conductual, en términos de conceptos económicos, puede ser un poco complejo. En aras de la sencillez, me concentraré en las ideas básicas que han tenido mayor impacto en la comprensión del reforzamiento. (Para conocer análisis más detallados, consulte los trabajos de Allison, 1983, 1993; Green y Freed, 1998; Hursh y Silberberg, 2008; Lea, 1978; y Rachlin, 1989.)

Demanda del consumidor

La relación entre el precio de un producto y la cantidad del mismo que se compra es fundamental para la aplicación de los conceptos económicos al problema del reforzamiento. Esta relación se conoce como **curva de demanda**. La figura 7.10 muestra tres ejemplos de curvas de demanda. La curva A ilustra una situación en que el consumo de un producto es influido con gran facilidad por su precio. Es el caso de las golosinas. Si el precio de una golosina se incrementa de manera significativa, disminuirá con rapidez la cantidad comprada. Otros bienes son menos sensibles a los cambios de precio (curva C en la figura 7.10). Por ejemplo, la compra de gasolina no es desalentada tan fácilmente por los incrementos en los precios. La gente sigue comprando gasolina para sus automóviles incluso si el precio se incrementa, y sólo muestra una pequeña disminución en los precios más altos.

El grado en que el precio influye en el consumo se conoce como **elasticidad de la demanda**. La demanda de las golosinas es sumamente elástica. Entre mayor sea el costo de los dulces, menos golosinas compra la gente. En consecuencia, la demanda de la gasolina es mucho menos elástica. La gente sigue comprándola aun si aumenta mucho su precio.

El concepto de la demanda del consumidor ha sido utilizado para analizar diversos problemas conductuales, entre los que se incluyen el abuso en la alimentación y en el consumo de drogas (por ejemplo, Epstein, Leddy, Temple y Faith, 2007). Por ejemplo, en un estudio reciente realizado en el laboratorio, niños de 10 a 12 años incrementaron sus compras de alimentos saludables a medida que se incrementaba el precio de las alternativas menos saludables (Epstein *et al.*, 2006). En un estudio de elección de alimentos, en un restaurante, la elección de comidas saludables también se incrementó cuando disminuía el precio de estas opciones (Horgen y Brownell, 2002). Lo curioso es que la disminución del precio fue más eficaz para alentar la selección de comidas sanas que los mensajes que pretendían fomentar patrones saludables de alimentación.

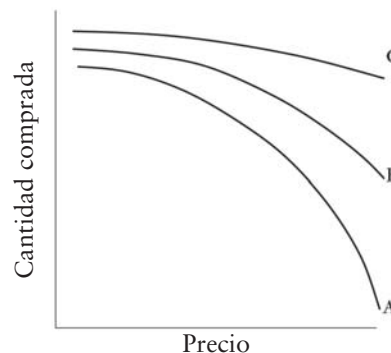


FIGURA 7.10

Curvas hipotéticas de demanda del consumidor que ilustran una alta sensibilidad al precio (curva A), una sensibilidad intermedia (curva B) y una sensibilidad baja (curva C).

El concepto de la demanda del consumidor se ha empleado para analizar la conducta instrumental considerando que el número de respuestas realizadas (o el tiempo dedicado a responder) es análogo al dinero y que el reforzador obtenido es análogo al bien comprado. El precio de un reforzador es entonces el tiempo o la cantidad de respuestas que se requieren para obtenerlo. De este modo, el precio del reforzador es determinado por el programa de reforzamiento. La meta es entender la forma en que la respuesta instrumental (el gasto) es controlada por las contingencias instrumentales (los precios).

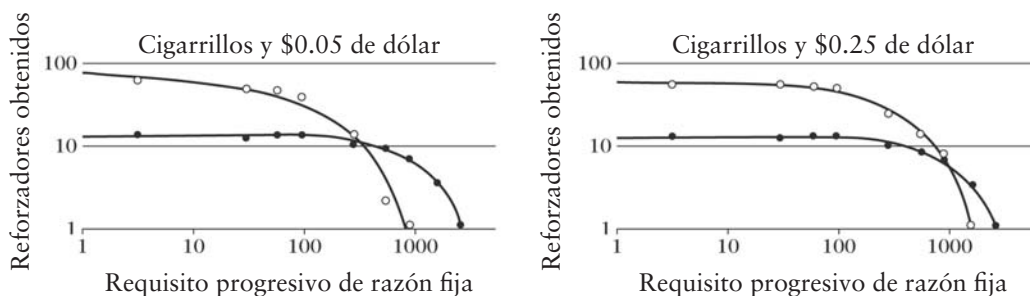
Johnson y Bickel (2006) investigaron la elasticidad de la demanda para cigarrillos y dinero en fumadores con una edad promedio de 40 años que no intentaban dejar la dependencia (consulte también el trabajo de Madden, Bickel y Jacobs, 2000). El aparato tenía tres émbolos que los sujetos podían jalar, cada uno de los cuales ofrecía un reforzador diferente. Los reforzadores eran tres fumadas de un cigarrillo, cinco o 25 centavos de dólar. Sólo uno de los émbolos (y su reforzador asignado) estaba disponible en una sesión particular. En cada sesión se incrementaba gradualmente el requisito de respuesta para obtener el reforzador; inició con un RF 3 que luego se fue elevando a RF 30, 60, 100, 300, 600 y, al final, a 6000. Los investigadores querían determinar el punto en que los participantes dejarían de responder, ya que el requisito de respuesta, o precio, era demasiado alto. (Ninguno de los reforzadores pudo sostener la respuesta en el programa RF 6000.)

Los resultados del experimento se resumen en la figura 7.11. Los datos para el reforzador de cinco centavos de dólar y para el de 25 centavos se presentan en paneles separados. Para fines de comparación, en ambos paneles se reproducen los datos del uso del cigarrillo como reforzador. La mayor elasticidad a la demanda se hizo evidente para el reforzador monetario de cinco centavos de dólar. Aquí, el número de reforzadores obtenidos empezó a disminuir tan pronto como se exigieron más de tres respuestas para obtener los cinco centavos y cayeron con rapidez cuando se pedían 100 o más respuestas. Con el reforzador de 25 centavos de dólar, las curvas de la demanda sólo empezaron a disminuir cuando el requisito de respuesta excedía a RF 300. Como era de esperar, los participantes se mostraron más resistentes a los incrementos en el precio de las fumadas de un cigarrillo. En el caso de las fumadas como reforzador, el número de reforzadores obtenidos sólo empezó a disminuir cuando el requisito de respuesta se elevó por arriba de un RF 600. Esos resultados demuestran que los participantes estaban



Cortesía de W. K. Bickel

W. K. Bickel

**FIGURA 7.11**

Curvas de demanda para cigarrillos (círculos negros) y dinero (círculos claros) con requisitos progresivamente más grandes de razón fija. El número de reforzadores obtenido y los requisitos de razón fija se presentan en escalas logarítmicas. (Basado en Johnson y Bickel, 2006.)

dispuestos a realizar muchas más respuestas por fumadas de un cigarrillo de las que estaban dispuestos a realizar por recompensas económicas. Es indudable que los resultados habrían sido diferentes si el experimento se hubiera realizado con no fumadores. (Para conocer revisiones de las aproximaciones de la economía conductual al abuso de drogas consulte los trabajos de Higgins, Heil y Lussier, 2004; y de Murphy, Correla y Barnett, 2007.)

Determinantes de la elasticidad de la demanda

La aplicación de los conceptos económicos al análisis del condicionamiento instrumental sería de poco valor si dicha aplicación no ofreciera nuevas ideas sobre los mecanismos del reforzamiento. Según resulta ser, los conceptos económicos han ayudado a identificar tres factores importantes que influyen en la forma en que las restricciones del programa moldean la reasignación de la conducta. Cada uno de esos factores determina el grado de elasticidad de la demanda o el grado en que los aumentos en el precio ocasionan una disminución en el consumo.

1. Disponibilidad de sustitutos

Tal vez el factor más importante que influye en la elasticidad de la demanda sea la disponibilidad de reforzadores alternativos que puedan servir como sustitutos del reforzador de interés. Que los incrementos en el precio de un producto ocasionen una disminución en el consumo depende de la disponibilidad (y el precio) de otros bienes que puedan usarse en lugar del producto original. La disponibilidad de sustitutos aumenta la sensibilidad del producto original a los precios más altos.

En Estados Unidos, las suscripciones a los periódicos han disminuido de manera constante desde que se hizo fácil disponer de noticias en los canales de cable que funcionan las 24 horas y en internet. Esto refleja básicamente una guerra de precios, puesto que las noticias obtenidas de los canales de cable y de internet suelen ser de un costo marginal más bajo. La disponibilidad de sustitutos también influye en la frecuencia con que la gente asiste al cine. Mirar una película en un DVD rentado es un sustituto razonable de ir al cine, sobre todo ahora que se tiene fácil acceso al sonido envolvente para uso en casa. Esto significa que los incrementos en el precio de los boletos del cine alentarán a los espectadores conscientes del precio a esperar el estreno de la película en DVD. En contraste, el precio no influye tanto en la cantidad de gasolina que compra la gente (sobre todo en áreas sin tránsito masivo), pues en este momento no se tiene fácil acceso a sustitutos de la gasolina como combustible de un automóvil.

Los análisis contemporáneos del abuso de drogas también toman en cuenta la importancia de los reforzadores sustitutos. Por ejemplo, Murphy, Correla y Barnett (2007) consideraron cómo se podría reducir el consumo excesivo de alcohol entre estudiantes universitarios por lo que llegaron a la conclusión de que “La teoría de la economía conductual predice que las decisiones de los estudiantes universitarios acerca del consumo de alcohol están relacionadas con la disponibilidad relativa y el precio del mismo, la disponibilidad relativa y el precio de actividades alternativas sin alcohol y la medida en que el reforzamiento de las consecuencias demoradas libres de alcohol se devalúa en relación con el reforzamiento inmediato asociado con beber” (p. 2573).

Las drogas pueden funcionar también como reforzadores sustitutos para otros reforzadores más convencionales como la comida. Esto fue examinado por Foltin (1999) en un experimento realizado con babuinos. Los babuinos

tenían que presionar una palanca para obtener pellas de comida. Igual que en el estudio de Johnson y Bickel en que se usó como reforzador las fumadas del cigarrillo, el precio de las pellas se modificó requiriendo diferentes cantidades de presiones de palanca por cada pella (con programas de razón fija). A Foltin le interesaba saber si el consumo de comida disminuiría a medida que aumentara su precio, y si la disponibilidad de reforzadores alternativos influiría en esta función. En diferentes condiciones experimentales, las respuestas en una segunda palanca producían nada, una solución dulce o soluciones con distintas concentraciones de cocaína. La disponibilidad de esos reforzadores alternativos siempre requería dos presiones (RF 2) de la palanca alternativa. En general, los babuinos obtuvieron menos pellas a medida que se incrementaba el precio conductual de la comida. Más interesante aún, la disponibilidad de cocaína en la palanca alternativa aumentó la elasticidad de la demanda por la comida. Este efecto fue particularmente sorprendente en el babuino 3.

En la figura 7.12 se muestran los resultados del babuino 3. Advierta que para ese sujeto, incrementar el precio de la comida tenía poco efecto si la palanca alternativa producía o bien nada o bien dextrosa (una solución dulce), pero cuando la palanca alternativa proporcionaba cocaína, los incrementos en el precio de la comida tuvieron como resultado una disminución en picada de la respuesta reforzada con comida. El efecto más grande se obtuvo con la concentración intermedia de cocaína. Con esta concentración, la disponibilidad de cocaína en la palanca alternativa incrementó de manera espectacular la elasticidad de la demanda para la comida. Este estudio presenta un importante ejemplo de los sucedáneos sobre la elasticidad de la demanda, a la vez que ilustra la forma en que la metodología proporcionada por los conceptos de la economía conductual

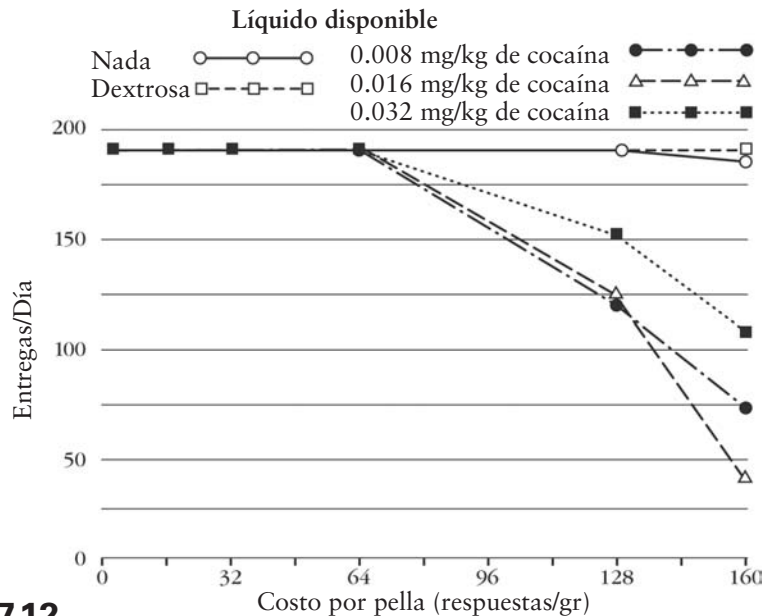


FIGURA 7.12

Número de pellas de comida obtenidas como función de incrementos en el requisito de respuesta por comida para un babuino que también podía presionar una palanca alterna que producía nada, una solución de dextrosa (un tipo de azúcar) o diferentes concentraciones de cocaína. Advierta que la elasticidad de la demanda para la comida cambiaba de manera notable con la disponibilidad de la cocaína. (Foltin, 1999.)

puede utilizarse para identificar reforzadores sustituibles. Para el babuino 3, una concentración intermedia de cocaína fue un excelente sustituto de la comida.

2. Rango de precios

Otro determinante importante de la elasticidad de la demanda es el rango de precios del producto. Por lo general, un incremento en el precio tiene menos efectos en los precios bajos que en los precios elevados. Por ejemplo, considere el costo de una golosina: es poco probable que un incremento de 10% en el precio, de 50 a 55 centavos, desaliente el consumo. Pero si la golosina cuesta cinco pesos, un incremento de 10% (a cinco pesos con cincuenta centavos) bien podría desanimar la compra.

Los efectos del precio sobre la elasticidad de la demanda son evidentes en las figuras 7.11 y 7.12. Advierta que en los precios bajos hay poco cambio en el número de reforzadores obtenidos a medida que el precio aumenta un poco. Con un incremento pequeño en el precio en el extremo bajo del rango de precios, los participantes se ajustan aumentando el número de respuestas que realizan para obtener el reforzador. Sin embargo, en el rango alto de precios se observan disminuciones notables en el número de reforzadores obtenidos. (Hursh *et al.*, 1988; Foltin, 1991, 1994; y Sumpter, Temple y Foster, 2004, realizaron estudios de laboratorio sobre los efectos del precio en la obtención de reforzadores alimenticios.)

3. Nivel de ingreso

Un tercer factor que determina la elasticidad de la demanda es el nivel de ingreso. En general, entre más alto sea el ingreso de un individuo menos persuadido será por los aumentos en los precios. Eso también es cierto en el caso de los reforzadores obtenidos en los programas de reforzamiento. En estudios del condicionamiento instrumental, el número de respuestas o la cantidad de tiempo disponible para responder concuerda con el ingreso. Existen recursos que un organismo puede emplear para responder a las restricciones de un programa. Entre más sean las respuestas o el tiempo que dispone un organismo, menos influirán en su conducta los incrementos en el costo del reforzador (Silberberg, Warren-Bouton y Asano, 1987; consulte también los trabajos de Hastjarjo y Silberberg, 1992; DeGrandpre, Bickel, Rizvi y Hughes, 1993).

El nivel de ingreso también influye en la elección de sustitutos. En un interesante estudio de elección entre alimentos saludables y alimentos poco sanos (Epstein *et al.*, 2006), se probó a niños de 10 a 14 años en tres diferentes niveles de ingreso (uno, tres y cinco dólares). En el nivel de bajo ingreso, los incrementos en el precio de alimentos poco saludables (papas, galletas, natillas, refrescos de cola) dieron lugar a un aumento en la elección de las alternativas saludables (manzanas, pretzels, yogur, leche). En contraste, en el nivel alto de ingreso los niños siguieron comprando los alimentos poco saludables, pero preferidos, a medida que aumentaba el precio de esos alimentos. Eso los dejaba con menos dinero para comprar los sustitutos saludables de menor precio. Por consiguiente, en el nivel alto de ingreso los incrementos en el precio de los alimentos poco saludables reducían la elección de los sustitutos.

Problemas con los enfoques de regulación conductual

Las teorías de regulación conductual han hecho mucho para cambiar la manera en que pensamos acerca del reforzamiento y el condicionamiento instrumental, aun

cuando estos enfoques no están exentos de dificultades. Un problema atañe a la manera de determinar el punto de éxtasis o combinación preferida de actividades. Por lo regular, el punto de éxtasis se determina durante un periodo de línea base de operante libre en que no hay restricciones sobre las opciones de respuesta. Las elecciones observadas durante este periodo de línea base se utilizan luego para predecir el desempeño después de haber introducido un procedimiento de condicionamiento instrumental. Para que dichas predicciones funcionen, es necesario aceptar que las respuestas realizadas en ausencia de restricciones impuestas por el experimentador son básicamente iguales a las respuestas que ocurren cuando está en efecto una contingencia instrumental. Sin embargo, las respuestas que ocurren durante un periodo de línea base de operante libre no siempre tienen el mismo valor que las respuestas que ocurren como parte de una contingencia instrumental arreglada (Allison, Buxton y Moore, 1987). Hacer algo cuando no hay requisitos impuestos desde el exterior (por ejemplo, trotar por el placer de hacerlo) parece ser diferente de hacer la misma cosa cuando se requiere por una contingencia instrumental (por ejemplo, trotar en una clase de educación física).

Otro inconveniente es que las aproximaciones de la regulación y la economía conductual a la conducta instrumental no dicen mucho acerca de la forma en que los organismos se las arreglan para defender una combinación preferida de bienes o actividades. Los enfoques de la regulación y la economía conductual son teorías molares y por consecuencia no ofrecen información sobre los procesos moleculares que conducen a los resultados molares. Como señalara Killeen, la economía “nos permite acercarnos a la comprensión de los intercambios que hacen los animales entre paquetes alternos de bienes”, pero no identifica los procesos involucrados en la realización de esos intercambios (Killeen, 1995, p. 426).

Contribuciones de la regulación conductual

El enfoque de la regulación conductual surgió de los desarrollos teóricos que se originaron con Premack y su principio de probabilidad diferencial. Aunque esta línea de teorización encontró algunas dificultades serias, también ha hecho contribuciones importantes a la manera en que pensamos acerca de la motivación de la conducta instrumental (consulte el trabajo de Tierney, 1995). Resulta ilustrativo revisar algunas de esas contribuciones:

1. La regulación conductual y el principio de Premack nos alejaron de la idea de que los reforzadores son tipos especiales de estímulos o tipos especiales de respuestas. Ahora somos alentados a buscar las causas del reforzamiento en la manera en que las contingencias instrumentales restringen el libre flujo de conducta. Los efectos de reforzamiento se consideran consecuencias de las restricciones que imponen los programas sobre las actividades en curso de un organismo.
2. Ya no se considera que los procedimientos de condicionamiento instrumental “estampan” o fortalecen la conducta instrumental. Más bien, se cree que el condicionamiento instrumental crea una nueva distribución, o asignación, de respuestas. Por lo regular, la reasignación de la conducta implica un incremento en la respuesta instrumental y una disminución en la respuesta reforzante. Esos dos cambios son vistos como características de igual importancia de la redistribución de la conducta.

3. No existe una distinción fundamental entre las respuestas instrumentales y las reforzantes. No se asume que las respuestas reforzantes sean más probables que las respuestas instrumentales. Tampoco se supone que proporcionan beneficios fisiológicos especiales o que tengan alguna característica inherente que las distinga de las respuestas instrumentales. Más bien, las respuestas instrumentales y las reforzantes sólo se distinguen por los papeles que se les asigna y un procedimiento de condicionamiento instrumental.
4. La regulación y la economía conductual aceptan la suposición de que los organismos responden de modo que puedan maximizar los beneficios. La idea de la optimización o maximización no es original de la regulación conductual. Encontramos antes esa idea (maximización de las tasas de reforzamiento) en las revisiones de los programas concurrentes. El enfoque del punto de éxtasis sugiere que la distribución óptima de actividades es determinada no sólo por necesidades fisiológicas, sino también por el nicho ecológico del organismo y por las tendencias de respuesta naturales o determinadas filogenéticamente. No siempre queda claro lo que se maximiza. De hecho, pueden usarse los estudios de la conducta para identificar lo que los organismos valoran y se esfuerzan por conservar (Rachlin, 1995).
5. La regulación y la economía conductual han proporcionado formas nuevas y precisas de describir las restricciones que diversos procedimientos de condicionamiento instrumental imponen en el repertorio conductual de un organismo. Más importante aún, han enfatizado que la conducta instrumental no puede ser estudiada en un vacío o tubo de ensayo conductual. Más bien, todas las opciones de respuesta del organismo en un determinado momento deben considerarse como un sistema. Los cambios en una parte del sistema influyen en los cambios en otras partes. Las restricciones impuestas por los procedimientos instrumentales son más o menos efectivas dependiendo de la naturaleza de la restricción, la disponibilidad de sustitutos y el nivel de ingreso del organismo.

COMENTARIOS FINALES

Los procesos motivacionales en la conducta instrumental han sido abordados desde dos perspectivas y tradiciones intelectuales radicalmente diferentes, la perspectiva asociacionista arraigada en la ley del efecto de Thorndike y el condicionamiento pavloviano y la perspectiva de la regulación conductual que tiene sus raíces en el análisis conductual de Skinner. Esos dos enfoques tienen más diferencias que semejanzas, lo que hace difícil imaginar cómo podrían integrarse. El concepto fundamental en el enfoque asociacionista (el concepto de una asociación) es ignorado por completo en la regulación conductual. Por otro lado, los conceptos cruciales de la regulación conductual (puntos de éxtasis, restricciones del programa, reasignación de la respuesta) no tienen correspondencia en el enfoque asociacionista. Ambas aproximaciones han hecho contribuciones importantes a nuestra comprensión de la motivación de la conducta instrumental. Por consiguiente, ninguna de ellas puede ser ignorada en favor de la otra.

Una forma de pensar en esas dos aproximaciones es suponer que implican diferentes niveles de análisis. El enfoque asociacionista involucra el nivel molecular donde el foco de atención se dirige a los estímulos y respuestas individuales y

sus conexiones. En contraste, la regulación conductual opera a un nivel molar de conglomerados de conducta y el contexto conductual más amplio en que se introduce una contingencia instrumental. Por consiguiente, el enfoque de la regulación conductual hace mejor contacto con las complejidades de la ecología de un organismo.

Otra forma de pensar en la relación entre ambos enfoques es considerar que uno está interesado en los procesos y el otro se interesa más por las funciones o metas a largo plazo. El enfoque asociacionista describe procesos específicos (asociaciones E-R, E-C, R-C y E[R-C]) que permiten generar y dirigir la conducta instrumental, pero que ignoran el *propósito* o función a largo plazo del aprendizaje instrumental. Este es el ámbito de la regulación y la economía conductual, que asumen que los organismos trabajan para defender una distribución óptima de actividades. La defensa del punto de éxtasis conductual se consigue por medio de los mecanismos moleculares de las asociaciones. (Encontrará una revisión de las relaciones entre procesos, ecología y función en el trabajo de Killeen, 1995.)

Esas perspectivas alternativas brindan un ejemplo fascinante de la naturaleza de la indagación científica. La investigación ha extendido el desarrollo intelectual de las formulaciones simples estímulo-respuesta a consideraciones exhaustivas de la manera en que el repertorio del organismo es restringido por las contingencias instrumentales y la forma en que los organismos resuelven problemas ecológicos complejos. Esta área en el estudio del condicionamiento y el aprendizaje, quizá más que cualquiera otra, ha avanzado con audacia para explorar nociones radicalmente nuevas cuando las viejas ideas no han satisfecho los desafíos planteados por los nuevos hallazgos empíricos.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa qué es una asociación E-C y qué táctica de investigación proporciona la mejor evidencia a su favor.
2. ¿Qué técnicas de investigación se utilizan para proporcionar evidencia de las asociaciones R-C? ¿Por qué no es posible explicar la conducta instrumental asumiendo sólo el aprendizaje de asociaciones R-C?
3. ¿De qué manera los estudios de la estructura asociativa del condicionamiento instrumental ayudan a entender la naturaleza de la dependencia a las drogas?
4. Describa las semejanzas y diferencias entre el principio de Premack y la teoría posterior de la regulación conductual.
5. ¿Cuáles son las principales contribuciones de los conceptos económicos a la comprensión de las bases motivacionales de la conducta instrumental?
6. ¿Cuáles son las desventajas de la teoría de la regulación conductual?
7. Describa las implicaciones de los conceptos modernos del reforzamiento para la terapia conductual.

TÉRMINOS CLAVE

- curva de demanda** La relación entre la cantidad de un bien que se compra y el precio de ese bien.
- elasticidad de la demanda** Grado en que el precio influye en el consumo o compra de un producto. Si el precio tiene un efecto grande en el consumo, la elasticidad de la demanda es alta. Si el precio tiene un pequeño efecto en el consumo, la elasticidad de la demanda es baja.
- hipótesis de privación de respuesta** Explicación del reforzamiento según la cual restringir el acceso a una respuesta por debajo de su tasa de ocurrencia en línea base (privación de la respuesta) es suficiente para convertir en un reforzador positivo eficaz a la oportunidad de realizar esa respuesta.
- modelo de desequilibrio** Modelo empleado en el análisis conductual aplicado que supone que los efectos de reforzamiento se producen al restringir el acceso a la respuesta reforzante por debajo de la tasa de esa respuesta durante un periodo libre de línea base sin restricciones. (Es similar a la *hipótesis de privación de respuesta*.)
- modelo de desviación mínima** Modelo de la conducta instrumental, según el cual los participantes responden a una contingencia entre respuesta y reforzador de manera que los acerque tanto como sea posible a su punto de éxtasis conductual.
- principio de Premack** Lo mismo que *principio de probabilidad diferencial*.
- principio de probabilidad diferencial** Principio que supone que el reforzamiento depende de qué tan probable sea que el organismo realice la respuesta reforzante por arriba de la respuesta instrumental antes de que se introduzca un procedimiento de condicionamiento instrumental. Entre mayor sea la probabilidad diferencial de las respuestas reforzante e instrumental durante las condiciones de línea base, mayor será el efecto de reforzamiento de ofrecer la oportunidad de participar en la respuesta reforzante después de la realización de la respuesta instrumental. Se conoce también como *principio de Premack*.
- punto de éxtasis conductual** Distribución preferida de actividades de un organismo antes de que se introduzca un procedimiento de condicionamiento instrumental que establece restricciones y limitaciones en la asignación de la respuesta.
- teoría de la respuesta consumatoria** Teoría que supone que las respuestas consumatorias típicas de la especie (comer, beber y cosas por el estilo, etc.) son las características cruciales de los reforzadores.

Control de la conducta por el estímulo

Identificación y medición del control del estímulo

Respuesta diferencial y discriminación del estímulo
Generalización del estímulo
Gradientes de generalización del estímulo como medidas del control del estímulo

Factores del estímulo y de la respuesta en el control del estímulo

Capacidad sensorial y orientación
Facilidad relativa del condicionamiento de varios estímulos
Tipo de reforzamiento
Tipo de respuesta instrumental
Elementos del estímulo frente a claves de configuración en estímulos compuestos

Factores del aprendizaje en el control del estímulo

Entrenamiento de discriminación del estímulo

Efectos del entrenamiento discriminativo en el control del estímulo

Variedad de posibles estímulos discriminativos

¿Qué se aprende en un entrenamiento discriminativo?

Interacciones entre E+ y E-: efecto de cambio de pico

Entrenamiento de equivalencia del estímulo

Claves contextuales y relaciones condicionales

Control por claves contextuales

Control por relaciones condicionales

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se abordan temas vinculados con el control que ejercen los estímulos. Si bien la mayoría del capítulo se enfoca en las formas en que la conducta instrumental queda bajo el control de estímulos particulares que están presentes cuando se refuerza una respuesta, los conceptos se aplican por igual al condicionamiento clásico. El capítulo inicia con una definición del control del estímulo y los conceptos básicos de discriminación y generalización del estímulo y posteriormente examina los factores que determinan en qué medida la conducta llega a quedar restringida a estímulos particulares. Sobre la marcha describiremos formas especiales de control del estímulo (discriminación intradimensional) y el control por categorías especiales de estímulos (estímulos compuestos y claves contextuales). Para terminar con un análisis del aprendizaje de relaciones condicionales, tanto en el condicionamiento instrumental como en el clásico.

Como se indicó en capítulos anteriores, tanto Thorndike como Skinner reconocieron que las respuestas y los reforzadores instrumentales ocurren en presencia de estímulos particulares. Así como se describió en el capítulo 7, la investigación sobre la estructura asociativa del condicionamiento instrumental enfatizaba que esos estímulos pueden llegar a determinar si se realiza o no la respuesta instrumental. La importancia de los estímulos antecedentes ha sido examinada con mayor detalle en estudios sobre el control de la conducta instrumental por el estímulo, tema de este capítulo.

El control de la conducta instrumental por el estímulo se evidencia en muchos aspectos de la vida. Por ejemplo, el estudio está bajo el control de estímulos relacionados con la escuela. Los universitarios que se rezagan en su trabajo pueden tomar la firme resolución de estudiar cuando vayan a casa durante vacaciones, pero es raro que esas buenas intenciones se cumplan. Los estímulos que están presentes durante las vacaciones son muy diferentes a los que experimentan los estudiantes cuando están en clase; por ese motivo, los estímulos presentes durante las vacaciones no generan una conducta de estudio eficiente.

El ajuste adecuado entre una respuesta instrumental y el estímulo del contexto en que se realiza la respuesta es tan importante que la incapacidad de establecer un control apropiado del estímulo a menudo se considera anormal. Por ejemplo, ir desnudo se considera una conducta instrumental aceptable en la intimidad de la recámara, pero la misma conducta en una calle pública puede llevarlo a la cárcel. Fijar la mirada en el televisor se considera apropiado si el aparato está encendido; pero fijar la mirada en la pantalla en blanco del televisor puede ser un síntoma de una patología conductual. Si usted responde de manera cariñosa ante la presencia de su cónyuge o de otros miembros de la familia, su conducta es bien recibida; pero es probable que la misma conducta obtenga menos aceptación si la dirige a desconocidos.

El control de la conducta por el estímulo es un aspecto importante de la manera en que los organismos se ajustan a su ambiente. La supervivencia de los animales (incluyendo a los humanos) depende de su capacidad para realizar respuestas que

sean apropiadas a sus circunstancias. Por ejemplo, con los cambios estacionales en los suministros de comida los animales tienen que cambiar la manera en que forrajean. Dentro de la misma estación, deben responder de una forma ante la presencia de depredadores e intrusos y de maneras distintas en ausencia de un peligro inminente. De igual modo, las personas se muestran vigilantes y alertas cuando se encuentran en un ambiente desconocido que podría representar peligro, pero se relajan y bajan la guardia en la seguridad del hogar. Para ser eficaces en la obtención de comodidad y evitar el dolor, todos debemos comportarnos de formas que sean apropiadas para nuestras circunstancias cambiantes.

IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DEL CONTROL DEL ESTÍMULO

Para investigar el control de la conducta por el estímulo, primero es necesario entender cómo identificarlo y medirlo. ¿Cómo puede saber un investigador que una respuesta instrumental ha quedado bajo el control de ciertos estímulos?

Respuesta diferencial y discriminación del estímulo

Considere, por ejemplo, un experimento de Reynolds (1961), en el cual se reforzaba a dos palomas según un programa de intervalo variable por picotear una tecla circular. El reforzamiento por el picoteo estaba disponible cada vez que la tecla era iluminada por un patrón visual consistente en un triángulo blanco sobre un fondo rojo (figura 8.1). De este modo, el estímulo proyectado sobre la tecla tenía dos componentes: el triángulo blanco y el color rojo del fondo. A Reynolds le interesaba saber cuál de esos componentes del estímulo obtendría el control de la conducta de picoteo.

Después que las palomas aprendieron a picotear de manera constante el triángulo sobre el fondo rojo, Reynolds midió la cantidad de picoteo que ocurría cuando se presentaba sólo uno de los estímulos. En algunos de los ensayos de prueba, el triángulo blanco se proyectaba sobre la tecla sin el color rojo; en otros ensayos, se proyectaba el fondo rojo sobre la tecla sin el triángulo blanco.

Los resultados se resumen en la figura 8.1. Una de las palomas picoteó mucho más cuando la tecla era iluminada con la luz roja que cuando lo era con el triángulo blanco. Este resultado muestra que su conducta de picoteo era controlada con mayor fuerza por el color rojo que por el triángulo blanco. En contraste, la otra paloma picoteaba mucho más cuando se proyectaba el triángulo blanco sobre la tecla que cuando ésta era iluminada por la luz roja. Por consiguiente, en el caso de la segunda ave la conducta de picoteo era controlada con mayor fuerza por el triángulo. (Cheng y Spetch, 1995, describen un efecto similar en la conducta de búsqueda de las palomas.)

Este experimento enseña varias ideas importantes. Primero, demuestra cómo determinar experimentalmente si la conducta instrumental ha quedado bajo control de un estímulo particular. *El control de la conducta instrumental por el estímulo es mostrada por variaciones en la respuesta (respuesta diferencial) relacionadas con variaciones de los estímulos.* Si un organismo responde de una forma en presencia de un estímulo y diferente ante otro estímulo, su conducta ha quedado bajo control de esos estímulos. Dicha respuesta diferencial fue evidente en la conducta de las dos palomas evaluadas por Reynolds.

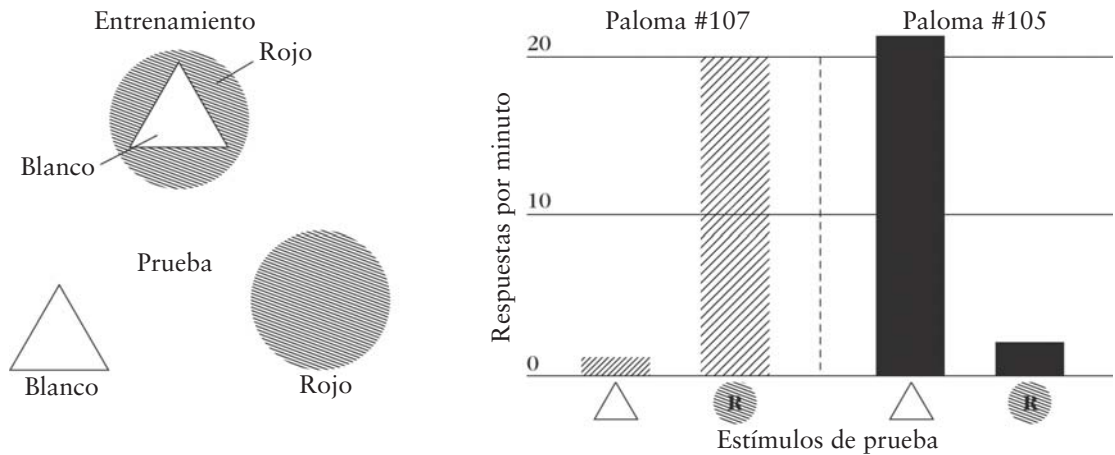


FIGURA 8.1

Resumen del procedimiento y de los resultados de un experimento de Reynolds (1961). Primero se reforzó a dos palomas por picotear cada vez que se proyectaba sobre la tecla un estímulo compuesto por un triángulo blanco sobre un fondo rojo. Luego se observó la tasa de picoteo de cada paloma cuando se presentaron por separado los estímulos (el triángulo blanco y el fondo rojo).

La respuesta diferencial a dos estímulos también indica que las palomas los trataban como si fueran diferentes entre sí, lo que se conoce como **discriminación del estímulo**. Se dice que un organismo exhibe discriminación del estímulo si responde de manera diferente ante dos o más estímulos. La discriminación del estímulo y el control del estímulo son dos formas de considerar el mismo fenómeno. No puede tenerse uno sin el otro. Si un organismo no discrimina entre dos estímulos, su conducta no está bajo el control de esas señales.

Otro aspecto interesante de los resultados del experimento de Reynolds fue que la conducta de picoteo de cada paloma quedó bajo el control de un estímulo diferente. La conducta del ave 107 quedó bajo el control del color rojo mientras que la conducta del ave 105 quedó bajo el control del triángulo. El procedimiento usado por Reynolds no dirigía la atención hacia uno de los estímulos a expensas del otro, por lo que no resulta sorprendente que cada paloma respondiera a un aspecto diferente de la situación. El experimento se compara a mostrar a un grupo de niños la fotografía de un vaquero que cepilla a un caballo. Algunos de los niños pueden enfocarse en el vaquero; otros pueden encontrar más interesante al caballo. Dada la ausencia de procedimientos especiales, no siempre se puede predecir cuál de los diversos estímulos que experimenta un organismo obtendrá control de su conducta instrumental.

Generalización del estímulo

Identificar y diferenciar entre varios estímulos no es cosa fácil (Fetterman, 1996; Lea y Wills, 2008). Los estímulos pueden definirse de múltiples formas. Algunas veces, objetos o eventos muy diferentes se consideran instancias del mismo estímulo porque comparten la misma función. Por ejemplo, una rueda puede ser pequeña o grande, con o sin rayas, hecha de madera, caucho o metal, pero sigue siendo una rueda. En contraste, en otros casos los estímulos se identifican y distinguen en términos de características físicas precisas, como una luz de una longitud de onda

o color específico. Por ejemplo, los artistas y los decoradores de interiores hacen distinciones finas entre matices de verde o rojo, y se preocupan por distinciones que son difíciles de percibir para alguien con un ojo menos entrenado.

Los psicólogos y fisiólogos se han interesado desde hace mucho tiempo por la forma en que los organismos identifican y distinguen diferentes estímulos. De hecho, algunos han sugerido que esta es la cuestión individual más importante en psicología (Stevens, 1951). El problema es crucial para el análisis del control del estímulo. Como veremos, en la identificación y diferenciación de los estímulos participan múltiples factores. Los análisis experimentales del problema se han basado sobre todo en el fenómeno de la **generalización del estímulo**. De cierta forma, la generalización del estímulo es lo contrario a la respuesta diferencial o discriminación del estímulo. *Se dice que un organismo muestra generalización del estímulo si responde de manera similar a dos o más estímulos.*

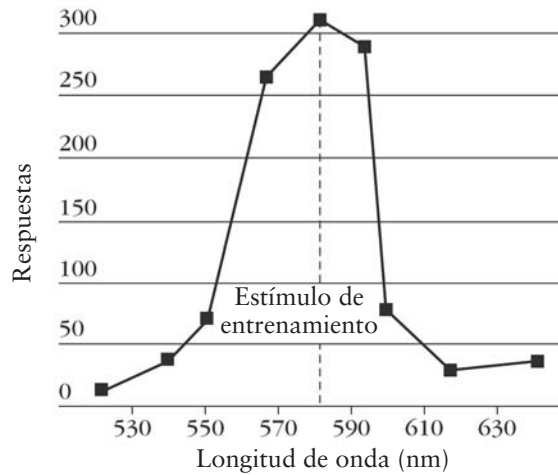
El fenómeno de generalización del estímulo fue observado primero por Pavlov, quien encontró que después de haber utilizado un estímulo como EC, sus perros en el laboratorio presentaban también la respuesta condicionada a otros estímulos similares. Es decir, no lograban responder de manera diferencial ante estímulos similares al estímulo condicionado original. Desde entonces, la generalización del estímulo ha sido examinada en diversas situaciones y especies. En su revisión del trabajo realizado en esta área, Ghirlanda y Enquist (2003) advirtieron que “Los datos empíricos recabados durante unos cien años de investigación establecen que la generalización es un fenómeno conductual fundamental, cuyas características básicas parecen ser universales” (p. 27).

En un estudio sobre la generalización de estímulos que se convirtió en un punto de referencia en el condicionamiento instrumental, Guttman y Kalish (1956) reforzaron primero a palomas con un programa de intervalo variable por picotear una tecla iluminada con una luz amarillenta-naranja cuya longitud de onda era de 580 nanómetros (nm). Después del entrenamiento se probó a las aves con otros colores presentados de manera aleatoria sin reforzamiento, y se registró la tasa de respuesta emitida en presencia de cada color.

Los resultados del experimento se resumen en la figura 8.2. Si bien la tasa más alta de picoteo ocurrió en respuesta al color original de 580 nm, las palomas también presentaron cantidades importantes de picoteo cuando se probaron luces con longitudes de onda de 570 y 590 nanómetros, lo cual indica que la respuesta se generalizó a dichos estímulos. Sin embargo, a medida que el color de los estímulos de prueba se tornaba cada vez más diferente del color del estímulo original de entrenamiento, las respuestas emitidas disminuían progresivamente. Los resultados mostraron un gradiente de respuestas como función de la semejanza de cada estímulo de prueba respecto al estímulo original de entrenamiento. Lo anterior constituye un ejemplo del **gradiente de generalización del estímulo**.

Gradientes de generalización del estímulo como medidas del control del estímulo

Los gradientes de generalización del estímulo son una excelente manera de medir el control del estímulo, pues proporcionan información precisa sobre qué tan sensible es la conducta del organismo a las variaciones en un aspecto particular del entorno (Honig y Urcuioli, 1981; Kehoe, 2008). Gracias al uso de los

**FIGURA 8.2**

Gradiente de generalización del estímulo para palomas que fueron entrenadas a picotear en presencia de una luz cuyo color correspondía a una longitud de onda de 580 nm y que posteriormente fueron probadas en presencia de otros colores. (Tomado de "Discriminability and Stimulus Generalization", por N. Guttman y H. I. Kalish, 1956, *Journal of Experimental Psychology*, 51, pp. 79-88.)

gradientes de generalización del estímulo los investigadores pueden determinar con precisión cuánto debe modificarse un estímulo para producir un cambio en la conducta.

Por ejemplo, considere el gradiente de la figura 8.2. Las palomas respondían mucho más cuando estaba presente el estímulo original de entrenamiento de 580 nm que cuando la tecla era iluminada por luces cuyas longitudes de onda eran 520, 540, 620 o 640 nm. Por consiguiente, las diferencias de color controlaban niveles distintos de respuesta, aunque este control no era muy preciso. La respuesta al color de 580 nm se generalizaba a los estímulos de 570 y 590 nm. La longitud de onda del estímulo de entrenamiento de 580 nm tenía que cambiarse en más de 10 nm antes de poder observar un decremento en el desempeño. Este aspecto del gradiente de generalización del estímulo ofrece información precisa acerca de qué tan grande debe ser una variación del estímulo para que las palomas respondan a la misma.

¿Cómo cree usted que habrían respondido las palomas si fuesen ciegas al color? En ese caso no habrían distinguido las luces a partir del color o longitud de onda. Por consiguiente, habrían respondido casi de la misma manera sin importar el color que se proyectase sobre la tecla. La figura 8.3 presenta los resultados hipotéticos de un experimento de este tipo. Si las palomas no hubiesen respondido con base en el color de la luz de la tecla, se habrían observado tasas de respuestas igualmente altas al proyectar diferentes colores sobre la tecla. Por ende, el gradiente de generalización del estímulo habría sido plano.

Una comparación de los resultados obtenidos por Guttman y Kalish y los de nuestro experimento hipotético con palomas ciegas al color indica que *lo agudo de un gradiente de generalización del estímulo proporciona una medida precisa del grado de control del estímulo*. Un gradiente de generalización agudo (figura 8.2) indica buen control de la conducta por parte de la dimensión del estímulo

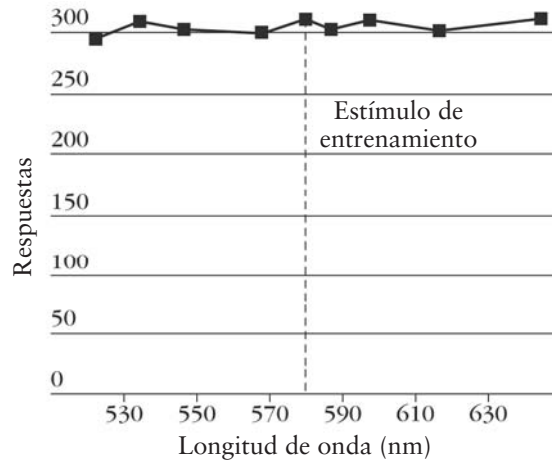


FIGURA 8.3

Gradiente hipotético de generalización del estímulo en presencia de una luz con una longitud de onda de 580 nm para el picoteo de palomas ciegas al color que luego son probadas en presencia de otros colores.

RECUADRO 8.1

Generalización de los resultados del tratamiento

La generalización del estímulo es fundamental para el éxito de la terapia conductual. Igual que otras formas de terapia, la terapia conductual suele efectuarse en un ambiente distintivo (como puede ser el consultorio del terapeuta). Para que el éxito del tratamiento sea el mayor posible, lo que se aprende durante el tratamiento debería generalizarse a otras situaciones. Por ejemplo, un niño autista al que se le enseñaron ciertas respuestas comunicativas en interacciones con un terapeuta particular, también debería mostrar esas respuestas con otras personas. Para facilitar la generalización de los resultados del tratamiento se han propuesto las siguientes técnicas (Schreibman, Koegel, Charlop y Egel, 1990; Stokes y Baer, 1977):

1. La situación en que se efectúa el tratamiento debería realizarse tan parecida como fuese posible al ambiente natural del cliente. Es decir, si el ambiente natural

sólo proporciona reforzamiento de manera intermitente, es buena idea reducir también la frecuencia del reforzamiento durante las sesiones de tratamiento. Otra forma de aumentar la semejanza del procedimiento de tratamiento con el ambiente natural es usar los mismos reforzadores que es probable que el cliente encuentre en su entorno natural.

2. La generalización también puede aumentarse si el procedimiento de tratamiento se lleva a cabo en nuevos escenarios. Esta estrategia se denomina *modificación secuenciada*. Después que una conducta ha sido condicionada en una situación (digamos, el salón de clases), el entrenamiento se realiza en una situación nueva (como el patio de juegos). Si eso no produce una generalización suficiente, el entrenamiento puede extenderse a un tercer ambiente (por ejemplo, la cafetería de la escuela).

3. El uso de numerosos ejemplos durante el entrenamiento también facilita la generalización. Por ejemplo, cuando se trata de extinguir el temor a los elevadores, el entrenamiento debería llevarse a cabo en muchos tipos distintos de elevador.
4. La generalización también puede ser alentada por el condicionamiento de las nuevas respuestas ante estímulos que son comunes en diversas situaciones. El lenguaje proporciona estímulos mediadores eficaces. Es probable que las respuestas condicionadas a señales verbales o instruccionales se generalicen a nuevas situaciones en que se encuentran esos estímulos instruccionales.
5. Otra aproximación consiste en hacer al procedimiento de entrenamiento indiscriminable o incidental a otras actividades. En un estudio (McGee, Krantz y McClannahan, 1986), los inves-

(continúa)

RECUADRO 8.1 *(continuación)*

tigadores aprovecharon el interés mostrado por niños autistas por juguetes específicos durante una sesión de juego para enseñarles a leer los nombres de los juguetes.

6. Por último, la generalización fuera de una situación de entrenamiento se consigue si el entrenamiento ayuda al individuo a hacer contacto con las contingencias de reforzamiento disponibles en el ambiente natural (Baer y Wolf, 1970). Una vez que se adquiere la respuesta, por medio de un entrenamiento especial, a menudo es posible mantener la conducta por medio de reforzadores disponibles en el medio natural. Leer, hacer operaciones aritméticas simples y montar en bicicleta son respuestas que, una vez adquiridas mediante entrenamiento especial, pueden

ser mantenidas por reforzadores naturales.

Un interesante estudio reciente implicó enseñar a niños de cuatro y cinco años de edad habilidades de seguridad para evitar que jugaran con armas de fuego (Jostad, Miltenberger, Kelso y Knudson, 2008). Durante las sesiones de entrenamiento, se dejó deliberadamente un arma de fuego inutilizada en lugares donde pudieran encontrarla los niños. Si el niño encontraba el arma se le daba la instrucción de no tocarla y de avisar a un adulto. Como reforzadores se usaron el elogio y la retroalimentación positiva. El aspecto inusual del estudio fue que el entrenamiento lo llevaron a cabo niños que eran un poco mayores (seis y siete años de edad) que los participantes; lo cual requirió que

se entrenara primero a los pares que fungirían como entrenadores.

Los resultados fueron muy alentadores. Con muchos de los participantes (aunque no con todos), las conductas de seguridad se generalizaron a nuevas situaciones y se mantuvieron hasta por un año. El experimento no se diseñó para demostrar que la participación de los pares fuese crucial para producir la generalización de la respuesta. Sin embargo, es común que los accidentes ocurran cuando dos o más niños encuentran un arma de fuego y juegan con ella. El hecho de que el entrenamiento de las conductas de seguridad se llevase a cabo entre ambos niños debería facilitar la generalización de las conductas de seguridad a otras situaciones en que dos o más niños encuentren un arma.

que se evalúa. En contraste, un gradiente de generalización plano (figura 8.3) indica un pobre control del estímulo. La pregunta principal en esta área de la teoría de la conducta se refiere a qué determina el grado del control del estímulo observado. El resto de este capítulo se dedica a tratar de responder esa pregunta.

FACTORES DEL ESTÍMULO Y DE LA RESPUESTA EN EL CONTROL DEL ESTÍMULO

En los experimentos de Reynolds (1961), descritos al inicio del capítulo, las palomas picoteaban una tecla con un triángulo blanco o un fondo rojo. Es evidente que dichos estímulos tenían dos características, el color del fondo y la forma de triángulo. Tal vez es menos obvio el hecho de que todas las situaciones estímulo pueden analizarse en términos de características múltiples. Incluso si la tecla sólo tuviese el fondo rojo, sería posible describirla no sólo en términos del color, sino también de su brillantez, forma o ubicación en la cámara experimental.

Fuera del laboratorio, las situaciones son aún más complejas. Por ejemplo, durante un juego de fútbol las porras son alentadas con aprobación si las personas que están cerca de usted son partidarias del mismo equipo y éste está teniendo un buen desempeño. Las señales que acompañan a los vítores apropiados toman en cuenta el hecho de que su equipo tenga un buen desempeño en el campo, el comentarista que narra el juego, el baile exuberante de las porristas y la gente que lo rodea mientras los ovaciona.

El tema central en el análisis del control del estímulo es qué determina cuál de las numerosas características de la situación estímulo obtiene control sobre la conducta instrumental. Es difícil hacer un análisis experimental de estímulos tan

complejos como los que se encuentran en un juego de fútbol. Los estudios de laboratorio por lo general son realizados con estímulos que constan de rasgos que pueden identificarse más fácilmente. En esta sección consideraremos los factores del estímulo y de la respuesta que determinan qué señales llegan a controlar la conducta. En la siguiente sección vamos a considerar los factores del aprendizaje.

Capacidad sensorial y orientación

La variable más evidente que determina si una determinada característica del estímulo llega a controlar la respuesta es la capacidad sensorial y la orientación del organismo. La capacidad sensorial y la orientación determinan cuáles estímulos están incluidos en el mundo sensorial de un organismo. Por ejemplo, la gente no puede escuchar sonidos con una frecuencia tonal de unos 20 000 ciclos por segundo, llamados *ultrasonidos* porque están fuera del rango de la audición humana. Sin embargo, otras especies pueden escuchar los ultrasonidos; por ejemplo, los perros pueden escuchar silbidos que escapan al rango de la audición humana y es posible entrenarlos para que respondan a dichos sonidos. Los perros son también mucho más sensibles a los olores. Esas diferencias hacen al mundo sensorial de los perros muy distinto al nuestro.

El hecho de que el individuo entre en contacto con el estímulo también establece limitaciones a los estímulos que pueden llegar a controlar la conducta. Considere, por ejemplo, la cuna de un niño. Es común que los padres coloquen móviles y otros adornos dentro y alrededor de la cuna para que el niño pueda mirar estímulos interesantes. La cuna que se muestra en la figura 8.4 está decorada con uno de esos móviles, el cual consta de varias figuras de animales (una jirafa, una foca y un león) hechas con un delicado bordado.

¿Qué aspectos del móvil sobre la cuna pueden llegar a controlar la conducta del niño? Para responder esta pregunta primero debemos considerar qué ve el niño del móvil más que lo que nosotros percibimos. Desde la posición estratégica del niño, debajo del móvil, sólo son visibles los bordes inferiores de las figuras de animales; desde abajo no pueden verse las formas de los animales ni los adornos de su superficie. Por consiguiente, no es probable que esas otras características adquieran control sobre la conducta de observación del niño.

Dado que la capacidad sensorial establece un límite sobre los estímulos que pueden llegar a controlar la conducta, es común utilizar estudios de control del estímulo para determinar lo que un organismo puede o no percibir (Heffner, 1998; Kelber, Vorobyev y Osorio, 2003). Por ejemplo, considere la pregunta de si los caballos pueden ver el color. Para responderla, los investigadores usaron un procedimiento de entrenamiento en que los caballos elegían un estímulo de color sobre uno gris para obtener reforzamiento alimenticio (Blackmore, Foster, Sumpter y Temple, 2008). Los estímulos de color y el gris se proyectaron sobre paneles separados colocados uno al lado del otro sobre una mesa frente al caballo. Frente a cada estímulo había una palanca de respuesta que el caballo podía empujar con la cabeza para registrar su elección en ese ensayo. Se probaron diversos tonos de gris con varios tonos de rojo, verde, amarillo y azul.

Si los caballos no pudiesen detectar el color, entonces no elegirían de manera sistemática el estímulo de color en una tarea de elección. Sin embargo, los cuatro caballos que participaron en el experimento eligieron el azul y el amarillo sobre



Foto cortesía del autor

FIGURA 8.4

Un infante viendo un móvil.

el gris en más de 85% de las ocasiones. Tres de los caballos también hicieron un buen trabajo en las elecciones entre verde y gris, aunque, sólo uno de los animales eligió sistemáticamente el color cuando se probó el rojo contra el gris. Esos resultados indican que los caballos tienen buena visión de color en una amplia variedad de colores, aun cuando tienen cierta dificultad para detectar el rojo. (Kelling *et al.*, 2006, realizaron un experimento similar con pandas gigantes.)

Los estudios sobre el control del estímulo también se han empleado para determinar los umbrales visual y auditivo de diversas especies pinípedas (leones de mar, focas comunes y elefantes marinos) (Levenson y Schusterman, 1999; Kastak y Schusterman, 1998). En esos estudios, primero se reforzó a los pinípedas (con un trozo de pescado) por apoyar el mentón sobre una pieza de tubo de plástico; esto se hizo al inicio de cada ensayo para que la cabeza de los sujetos estuviese en una posición estándar. Los ensayos consistieron luego en la presentación de una señal visual o auditiva o sin estímulo alguno. En presencia del estímulo objetivo, el sujeto tenía que mover la cabeza hacia un lado o presionar sobre una rueda o pelota para obtener un trozo de pescado. Las respuestas no se reforzaban en ausencia del estímulo objetivo. Después de haber establecido la respuesta, ante una señal visual o auditiva que estaba muy por arriba del umbral del sujeto, se hizo variar constantemente la intensidad del estímulo objetivo para obtener estimaciones de los límites de la sensibilidad visual y auditiva (consulte también el trabajo de Kastak, Schusterman, Southall y Reichmuth, 1999).

Facilidad relativa del condicionamiento de varios estímulos

Tener los órganos sensoriales necesarios y la orientación sensorial apropiada no garantiza que la conducta del organismo quedará bajo el control de un estímulo particular. Que un estímulo llegue a controlar la conducta también depende de la presencia de otras señales en el entorno. En particular, la fuerza del aprendizaje de un organismo acerca de un estímulo depende de la facilidad con que pueden condicionarse otras señales en la situación. Este fenómeno se denomina

ensombrecimiento, e ilustra la competencia entre estímulos por tener acceso a los procesos de aprendizaje.

Por ejemplo, considere que trata de enseñar a un niño a leer haciendo que le siga mientras le lee un libro infantil con grandes dibujos y una frase breve en cada página. Es más fácil aprender sobre los dibujos que sobre las palabras. Por consiguiente, los dibujos pueden ensombrece las palabras. El niño memorizará muy pronto la historia basándose en los dibujos más que en las palabras, y aprenderá muy poco sobre estas últimas.

Pavlov (1927) fue el primero en observar que si dos estímulos se presentan al mismo tiempo, la presencia del estímulo que es más fácil de entrenar puede obstaculizar el aprendizaje sobre el otro. En muchos experimentos pavlovianos, los dos estímulos diferían en intensidad. Por lo general, el estímulo más intenso se condiciona con más rapidez y ensombrece el aprendizaje acerca del estímulo más débil. Pavlov encontró que el estímulo débil podía condicionarse (con mayor lentitud) si se presentaba solo. Pero ocurría menos condicionamiento si el estímulo débil se presentaba al mismo tiempo que un estímulo más intenso. (Para conocer estudios más recientes sobre ensombrecimiento, consulte los trabajos de Jennings, Bonardi y Kirkpatrick, 2007; Pearce *et al.*, 2006; y Savastano, Arcediano, Stout y Miller, 2003.)

Tipo de reforzamiento

El desarrollo del control del estímulo también depende del tipo de reforzamiento que se utilice. Ciertos tipos de estímulos tienen mayor probabilidad de obtener control de la conducta instrumental en situaciones apetitivas que en las aversivas. Esta relación ha sido exhaustivamente investigada en experimentos con palomas (consulte el trabajo de LoLordo, 1979).

En un estudio (Foree y LoLordo, 1973) dos grupos de palomas fueron entrenadas para pisar un pedal en presencia de un estímulo compuesto por una luz roja y un tono con una frecuencia de 440 ciclos por segundo. Las respuestas no eran reforzadas cuando estaba ausente el compuesto luz/tono. Para un grupo de palomas, el reforzamiento por el pedaleo consistía en comida; en el otro grupo el pedaleo era reforzado por la evitación de una descarga. Si el grupo de evitación pisaba el pedal en presencia del estímulo luz/tono, no se aplicaba la descarga en ese ensayo; si no respondían en presencia del estímulo luz/tono, se aplicaba periódicamente una breve descarga hasta que ocurría una respuesta.

Los dos grupos de palomas aprendieron a responder durante la presencia del compuesto luz/tono. Foree y LoLordo trataron luego de determinar cuál de los dos elementos del estímulo compuesto era el responsable principal de la conducta de pisar el pedal. Se realizaron ensayos de prueba en los que se presentaban por separado la luz y el tono; estos resultados se resumen en la figura 8.5.

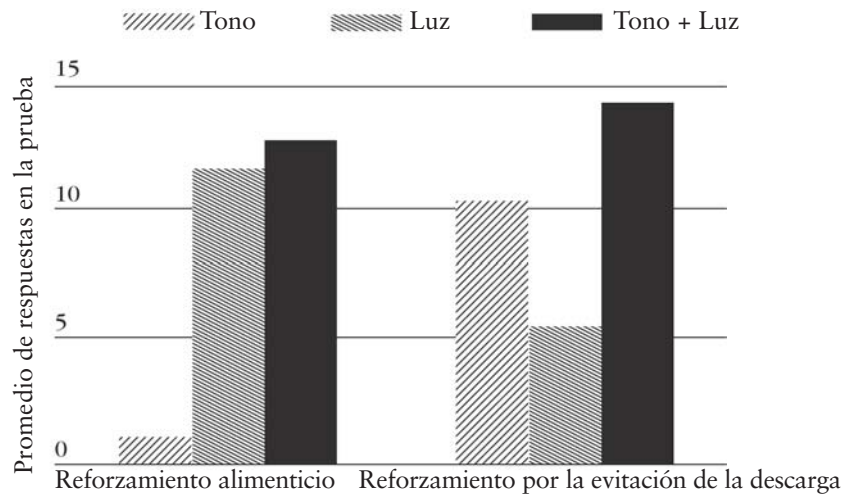
Las palomas que fueron entrenadas con el reforzamiento alimenticio respondieron mucho más cuando se les probó con la luz sola que con el tono únicamente. De hecho, su tasa de presión del pedal, en respuesta a la presentación aislada de la luz roja, fue casi tan alta como cuando la luz se presentó de manera simultánea con el tono. Por consiguiente, podemos concluir que la conducta de esas aves fue controlada casi exclusivamente por la luz roja.

Con las palomas que habían sido entrenadas con el reforzamiento de evitación de la descarga se observó un patrón distinto de resultados. Esas aves respondieron



Cortesía de Donald A. Dewsbury

V. M. LoLordo

**FIGURA 8.5**

Efectos del tipo de reforzamiento sobre el control del estímulo. Las palomas fueron reforzadas por la respuesta de pisar el pedal en presencia de un estímulo compuesto por un tono y una luz roja. Con el reforzamiento alimenticio la luz ejerció más control que el tono sobre la conducta. Con el reforzamiento de evitación de la descarga el tono tuvo más control sobre la conducta que la luz. (Foree y LoLordo, 1973.)

aun más cuando fueron probadas con el tono solo que cuando se les probó con la luz sola. De este modo, cuando el reforzamiento consistía en la evitación de la descarga, el tono adquirió más control sobre la respuesta de pedaleo que la luz roja (Kelley, 1986; Kraemer y Roberts, 1985; Schindler y Weiss, 1982).

Los hallazgos anteriores indican que el control de la conducta instrumental por el estímulo es determinado en parte por el tipo de reforzamiento que se utiliza. La investigación posterior demostró que el factor crucial es si el EC compuesto por tono + luz adquiere propiedades positivas o aversivas (Weiss, Panlilio y Schindler, 1993a, 1993b). El control visual predomina cuando el EC adquiere propiedades positivas o apetitivas, y el auditivo cuando el EC adquiere propiedades negativas o aversivas.

Es probable que el predominio del control visual en las situaciones apetitivas y del control auditivo en las situaciones aversivas se relacione con los sistemas de conducta que son activados en ambos casos. Una señal para el alimento activa el sistema de alimentación. Es probable que la comida consumida por palomas y ratas sea identificada más por señales visuales que por señales auditivas. Por consiguiente, la activación del sistema de alimentación se acompaña de una mayor atención a los estímulos visuales que a los auditivos. En contraste, una señal que indica un resultado aversivo activa el sistema de conducta defensiva. Responder a señales auditivas puede ser particularmente adecuado para la evitación del peligro.

Desafortunadamente, no sabemos lo suficiente acerca de la historia evolutiva de las palomas o de las ratas para poder calcular el valor adaptativo de diferentes tipos de control del estímulo en la conducta de alimentación frente a la conducta defensiva. Tampoco conocemos lo suficiente acerca de cómo varía el control del estímulo en función del tipo de reforzamiento en otras especies. Por ende, el tema sigue siendo un terreno fértil para la investigación futura.

Tipo de respuesta instrumental

Otro factor que puede determinar cuál de varias características de un estímulo compuesto adquiere control sobre la conducta, es la naturaleza de la respuesta que se requiere para el reforzamiento. La importancia de la respuesta instrumental para el control del estímulo fue demostrada en un experimento clásico de Dobrzecka, Szwejkowska y Konorski (1966). Estos investigadores estudiaron en perros el control de la conducta instrumental por estímulos auditivos. Los perros fueron suavemente sujetados a un arnés, frente a ellos se colocó un metrónomo y detrás se colocó un zumbador. El metrónomo y el zumbador proporcionaban tipos de sonidos cualitativamente diferentes, un golpe periódico frente a un golpeteo continuo. Los estímulos también diferían en su ubicación espacial, uno estaba frente al animal y el otro detrás del mismo. A los investigadores les interesaba saber cuál de esos dos rasgos (la calidad del sonido o su ubicación) adquiriría control de la conducta.

Otra variable importante fue la respuesta que se requería de los perros. En este experimento se emplearon dos grupos (figura 8.6). El grupo 1 fue entrenado con la tarea derecha/izquierda: cuando sonaba el metrónomo los perros eran reforzados para levantar la pata derecha; cuando sonaba el zumbador se les reforzaba por levantar la pata izquierda. Por lo tanto, en el grupo 1 la ubicación de la respuesta (derecha/izquierda) era importante para el reforzamiento.

El grupo 2 recibió entrenamiento con una tarea de hacer/no hacer. En este caso, los perros tenían que levantar la pata derecha cuando sonaba el zumbador y no levantarla cuando sonaba el metrónomo. Por ende, en el grupo 2 la calidad de la respuesta (hacer/no hacer) era más importante que su ubicación para el reforzamiento.

¿Qué aspecto de las señales auditivas (calidad o ubicación) adquirió control de la conducta instrumental en los dos grupos? Para responder esta pregunta, se probó a los perros invirtiendo las ubicaciones del metrónomo y el zumbador (figura 8.6). Esta manipulación produjo resultados diferentes en los dos grupos.

Los perros entrenados con la tarea derecha/izquierda (grupo 1) respondieron sobre todo con base en la ubicación de las señales auditivas más que en su calidad. Levantaban la pata derecha en respuesta al sonido proveniente del frente, sin importar si el sonido era hecho por el metrónomo o el zumbador. Cuando el sonido provenía de la parte trasera, levantaban la pata izquierda, una vez más, sin importar si era el metrónomo o el zumbador. De este modo, con la tarea izquierda/derecha la conducta fue controlada con más fuerza por la ubicación de los sonidos que por su calidad.

En los perros entrenados con la tarea hacer/no hacer se observó el resultado contrario. Esos perros respondían más con base en la calidad del sonido que de su ubicación. Levantaban la pata en respuesta al zumbador sin importar si el sonido provenía del frente o de atrás, y no la levantaban cuando sonaba el metrónomo, sin importar de nuevo su ubicación.

Esos resultados indican que es más probable que las respuestas que son diferenciadas por la ubicación (derecha/izquierda) queden bajo el control de la característica espacial de las señales auditivas. En contraste, es más probable que las respuestas diferenciadas por la calidad (hacer/no hacer) queden bajo el control de la calidad de las señales auditivas. Este fenómeno se conoce como



FIGURA 8.6

Diagrama del experimento de Dobrzecka, Szwejkowska y Konorski (1966). Los perros fueron entrenados con una tarea izquierda/derecha o hacer/no hacer (grupos 1 y 2 respectivamente) con estímulos auditivos que diferían en ubicación (al frente o detrás de los animales) y en calidad (el sonido de un zumbador o de un metrónomo). Durante las pruebas se invirtió la ubicación de los dos sonidos. Los resultados demostraron que la respuesta diferencial izquierda/derecha fue controlada principalmente por la ubicación de los sonidos mientras que la respuesta diferencial hacer/no hacer fue controlada sobre todo por la calidad de los sonidos.

efecto de calidad-ubicación y ha sido observado no sólo en perros, sino también en palomas, ratas, chinchillas y zarigüeyas (Bowe, Miller y Green, 1987; Neill y Harrison, 1987; Stasiak y Masterton, 1996). Aunque el efecto es sólido y evidente en diversas especies, no es un fenómeno de todo o nada. Con una ubicación sensata de las fuentes de sonido, los sujetos pueden llegar a responder a características de la ubicación en una tarea hacer/no hacer (Neill y Harrison, 1987). (El trabajo de Urcuioli, 2008, describe otro interesante fenómeno que involucra las características espaciales de los estímulos y las respuestas.)

Elementos del estímulo frente a claves de configuración en estímulos compuestos

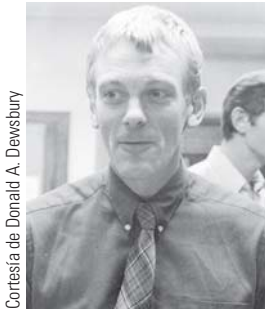
Hasta ahora hemos supuesto que los organismos tratan las características del estímulo como elementos distintos y separados. Por consiguiente, en el efecto de calidad-ubicación, se consideró que la calidad y la ubicación de un estímulo auditivo eran rasgos separados de las señales auditivas. Se suponía que un rasgo particular del estímulo (la calidad del sonido) era percibido de la misma forma sin importar el estado de la otra característica (ubicación del sonido). Esta manera de pensar acerca de un estímulo compuesto se conoce como el **enfoque de los elementos del estímulo** y ha dominado en la teoría del aprendizaje desde hace aproximadamente 80 años. Una alternativa importante supone que los organismos tratan a los estímulos compuestos como todos integrales que no se dividen en partes o elementos, lo que se conoce como **enfoque de las claves de configuración**. Aunque este enfoque también tiene raíces profundas (en la psicología de la Gestalt), su importancia en la teoría de la conducta es de una época más reciente.

Con base en el enfoque de las claves de configuración, los individuos responden a un estímulo compuesto en términos de la configuración única de sus elementos. Se supone que los elementos no son tratados como entidades separadas. De hecho, es posible que ni siquiera puedan identificarse cuando se presenta el estímulo compuesto. En el enfoque de las claves de configuración, los elementos del estímulo son importantes, no por su individualidad sino más bien por la manera en que contribuyen a la configuración total de la estimulación proporcionada por el compuesto.

El concepto de una clave de configuración puede ser ilustrado si se considera el sonido producido por una orquesta sinfónica. El sonido de la orquesta se origina en los sonidos de los instrumentos individuales. Sin embargo, el sonido de toda la orquesta es muy diferente al de cualquiera de los instrumentos individuales, algunos de los cuales son difíciles de identificar cuando toca toda la orquesta. Escuchamos sobre todo la configuración de los sonidos producidos por los instrumentos individuales.

El enfoque de las claves de configuración ha sido impulsado por John Pearce (Pearce, 1987, 1994, 2002), quien demostró que muchos fenómenos del aprendizaje son congruentes con este marco de referencia. Por ejemplo, consideremos el efecto de ensombrecimiento (tabla 8.1). Un experimento de ensombrecimiento involucra a dos grupos de sujetos y dos elementos estímulo, uno de baja intensidad (a) y el otro de alta intensidad (B). Para el grupo de ensombrecimiento, ambos estímulos se presentan juntos (aB) como una señal compuesta y se emparejan con el reforzamiento durante el condicionamiento. En el grupo control, durante el condicionamiento sólo se presenta el estímulo de baja intensidad (a). Luego se realizan las pruebas para cada grupo con el elemento estímulo más débil (a), el cual se presenta solo. Esas pruebas muestran menos respuesta ante a en el grupo de ensombrecimiento que en el grupo control. Por consiguiente, la presencia de B durante el condicionamiento obstaculiza el control de la conducta por el estímulo más débil (a).

De acuerdo con el enfoque de las claves de configuración, el ensombrecimiento refleja grados diferentes de decrementos de generalización del entrenamiento a la prueba para los grupos de ensombrecimiento y control (Pearce, 1987). En el grupo control no se observa decremento de la generalización durante la prueba con el estímulo débil (a), pues ese estímulo es el mismo que se presentó durante el condicionamiento. Por consecuencia, en el grupo de ensombrecimiento se observa un considerable decremento de la generalización cuando se le prueba con el estímulo a después del condicionamiento con el compuesto aB . Para el grupo de ensombrecimiento, la respuesta se condicionó al compuesto aB , que es muy diferente del estímulo a que se presentó solo durante la prueba. Por consiguiente,



Cortesía de Donald A. Dewsbury

J. M. Pearce**TABLA 8.1**

Explicación configuracional del ensombrecimiento

Grupo	Estímulos de entrenamiento	Estímulo de prueba	Generalización del entrenamiento a la prueba
Grupo de ensombrecimiento	aB	a	Decremento
Grupo control	a	a	No hay decremento

la respuesta condicionada ante aB sufre un decremento de generalización considerable. De acuerdo con el enfoque de las claves de configuración, esta mayor disminución de la generalización es responsable del efecto de ensombrecimiento.

El enfoque de las claves de configuración ha obtenido gran éxito en la generación de nuevos experimentos y en la explicación de sus resultados (consulte la revisión de Pearce y Bouton, 2001). Sin embargo, otros hallazgos han favorecido los análisis del control del estímulo en términos de los elementos del estímulo (Myers, Vogel, Shin y Wagner, 2001; Rescorla, 1997c, 1999a). Lo que se requiere es una teoría integral que maneje con éxito ambos tipos de resultados; la posibilidad de que dicha teoría requiera el abandono de los conceptos fundamentales de los elementos del estímulo sigue siendo un tema teórico acaloradamente debatido (Melchers, Shanks y Lachnit, 2008; Wagner, 2003, 2008a; Wagner y Vogel, 2008).

FACTORES DEL APRENDIZAJE EN EL CONTROL DEL ESTÍMULO

Los factores del estímulo y de la respuesta detallados en la sección anterior establecen las condiciones previas de la manera en que los animales, humanos y no humanos, aprenden acerca de los estímulos ambientales que encuentran. Los factores del estímulo y de la respuesta son los puntos de partida para el control del estímulo. Aun cuando el hecho de que ciertos estímulos puedan ser percibidos no asegura que éstos llegarán a controlar la conducta. Por ejemplo, un niño puede ver muchos vehículos Honda y Toyota, pero quizá no pueda distinguirlos. Un ajedrecista novato puede ver dos patrones diferentes en un tablero sin ser capaz de identificar cuál representa la configuración más favorable. Que ciertos estímulos lleguen o no a controlar la conducta con frecuencia depende de lo que ha aprendido el organismo acerca de esos estímulos y no sólo de si esos estímulos pueden detectarse.

La sugerencia de que la experiencia con los estímulos puede determinar la medida en que éstos llegan a controlar la conducta, tuvo su origen en los esfuerzos por explicar el fenómeno de la generalización del estímulo. Como ya se observó, la generalización del estímulo se refiere al hecho de que una respuesta condicionada con un estímulo ocurrirá también cuando se presenten otros estímulos similares a la señal original. Pavlov sugirió que la generalización del estímulo ocurre a partir de que el aprendizaje sobre un EC se transfiere a otros estímulos como consecuencia de la semejanza física de esos estímulos de prueba con el EC original.

En un ataque vehemente, Lashley y Wade (1946) se opusieron a la propuesta de Pavlov. Rechazaban la idea de que la generalización del estímulo refleja la transferencia del aprendizaje. Sostenían que la generalización del estímulo refleja más bien la *ausencia* de aprendizaje. En concreto, propusieron que la generalización del estímulo ocurre si los organismos no han aprendido a distinguir las diferencias entre los estímulos. Lashley y Wade propusieron que los animales tienen que aprender a tratar los estímulos como si fueran diferentes entre sí. De tal forma, a diferencia de Pavlov, Lashley y Wade consideraban que la forma del gradiente de generalización del estímulo es determinada principalmente por las experiencias previas de aprendizaje más que por las propiedades físicas de los estímulos probados.

Entrenamiento de discriminación del estímulo

Según resultaron las cosas, Lashley y Wade estaban más cerca de la verdad que Pavlov. Numerosos estudios han demostrado que el control del estímulo puede

ser modificado de manera considerable por las experiencias de aprendizaje. Es posible que el procedimiento más poderoso para poner la conducta bajo el control de un estímulo sea el entrenamiento de discriminación del estímulo (Kehoe, 2008). El entrenamiento de discriminación del estímulo puede efectuarse con procedimientos de condicionamiento clásico o instrumental. Por ejemplo, Campolattaro, Schnitker y Freeman (2008, experimento 3) usaron un procedimiento de entrenamiento discriminativo en el condicionamiento palpebral con ratas de laboratorio. Los estímulos condicionados eran un tono grave (–2000 ciclos por segundo) y un tono agudo (–8000 ciclos por segundo). Cada sesión constaba de 100 ensayos; en la mitad de los ensayos, uno de los tonos (A+) se emparejaba con el EI. En los ensayos restantes, el otro tono (B–) se presentaba sin el EI. Los resultados son mostrados en la figura 8.7. Los participantes revelaron incrementos progresivos en la respuesta de parpadeo al tono A+ que se había emparejado con el EI. Para la decimoquinta sesión, los sujetos respondían ante A+ más de 85% de las veces. La respuesta a B– también se incrementó al principio, pero no de manera tan rápida. Además, después de la décima sesión, la respuesta al tono B– disminuyó de manera gradual. Para el final del experimento los participantes mostraban una clara respuesta diferencial ante los dos tonos.

Los resultados mostrados en la figura 8.7 son característicos del entrenamiento discriminativo en que el estímulo reforzado (A+) y el estímulo no reforzado (B–) son de la misma modalidad. La respuesta condicionada que se desarrolla ante A+ al principio se generaliza a B–, pero con el entrenamiento adicional la respuesta ante B– disminuye y se hace evidente una clara discriminación. Es como si al principio los participantes confundieran A+ y B–, pero que al continuar el entrenamiento llegaran a distinguirlos. Sucede algo parecido cuando se enseña a los niños los nombres de diferentes frutas. Al principio pueden confundir las naranjas y las mandarinas, pero al continuar el entrenamiento aprenden la diferencia.

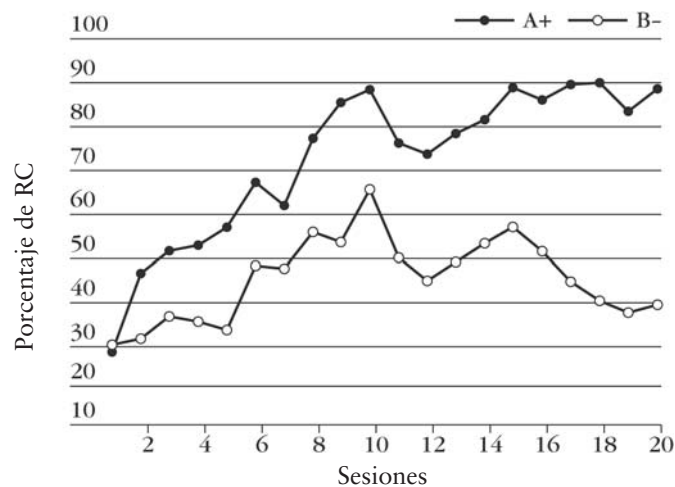


FIGURA 8.7

Condicionamiento palpebral en ratas ante un tono (A+) emparejado con el EI y un tono diferente (B–) presentado sin el EI. (Campolattaro, Schnitker y Freeman, 2008.)

El entrenamiento de discriminación del estímulo también puede realizarse con procedimientos de condicionamiento instrumental. Es el caso cuando se enseña a los niños lo que deben hacer en un cruce controlado por un semáforo. Cruzar la calle es reforzado con elogios y palabras de aliento cuando la luz del semáforo es verde pero no cuando es roja. El estímulo (la luz verde) que señala la disponibilidad del reforzamiento para la respuesta instrumental recibe el nombre técnico de $E+$ o E^D . Por el contrario, se conoce como $E-$ o E^Δ (estímulo delta) al estímulo (la luz roja) que señala la falta de reforzamiento para la respuesta.

De la misma manera que en la figura 8.7, al principio un niño puede tratar de cruzar la calle lo mismo ante la luz verde ($E+$) que ante la luz roja ($E-$). No obstante, a medida que avanza el entrenamiento, la respuesta en presencia del $E+$ persiste y la respuesta ante el $E-$ disminuye. El surgimiento de una mayor respuesta ante el $E+$ que ante el $E-$ indica una respuesta diferencial ante ellos. Por consiguiente, el **procedimiento de discriminación del estímulo** establece el control para los estímulos que señalan cuándo está disponible el reforzamiento y cuándo no. Una vez que $E+$ y $E-$ han adquirido control sobre la conducta del organismo se conocen como **estímulos discriminativos**, el $E+$ es un estímulo discriminativo para realizar la respuesta instrumental y el $E-$ es un estímulo discriminativo para no realizarla. (Andrzejewski *et al.*, 2007, ofrecen un ejemplo reciente en el laboratorio del entrenamiento discriminativo en el condicionamiento instrumental.)

En los procedimientos de discriminación descritos hasta ahora, los estímulos reforzados y no reforzados ($E+$ y $E-$) se presentaban en ensayos separados (las luces verde y roja del semáforo nunca se presentan al mismo tiempo cuando uno cruza la calle). El entrenamiento discriminativo también puede llevarse a cabo presentando los estímulos $E+$ y $E-$ al mismo tiempo, uno al lado del otro, en una circunstancia en que el sujeto puede responder a uno u otro estímulo. Dicho procedimiento de discriminación simultánea permite que el sujeto haga una comparación directa entre $E+$ y $E-$, lo que facilita el entrenamiento discriminativo. Por ejemplo, Huber, Apfalter, Steurer y Prossinger (2005) examinaron si las palomas pueden aprender a distinguir entre rostros masculinos y femeninos que se presentaban con el cabello oculto. Como se puede imaginar, no se trata de una discriminación fácil. Sin embargo, las palomas aprendieron la discriminación en unas pocas sesiones si los rostros masculino y femenino eran presentados al mismo tiempo y las aves eran reforzadas por picotear una de las categorías de los rostros. Si los rostros se presentaban en ensayos sucesivos, la tarea les resultaba mucho más difícil.

Un procedimiento de condicionamiento instrumental en que la respuesta se refuerza en presencia de un estímulo (el $E+$), pero no en presencia de otra señal (el $E-$) es un caso especial del **programa de reforzamiento múltiple**. En dicho programa, diferentes programas de reforzamiento están en vigor durante la presencia de estímulos diferentes. Por ejemplo, cuando la luz se enciende puede entrar en función un programa de reforzamiento de IV y cuando se presenta un tono entra un programa de RF. Con una exposición suficiente a dicho procedimiento, el patrón de respuesta durante cada estímulo corresponderá al programa de reforzamiento que está en efecto en presencia de ese estímulo. Los participantes mostrarán una tasa constante de respuesta durante el estímulo del IV y un patrón de pausa-carretera durante el estímulo del RF. (Weiss *et al.*, 2003, presentan un estudio del desempeño en un programa múltiple en que se utilizó cocaína como reforzamiento.)

La discriminación del estímulo y los programas múltiples son comunes fuera del laboratorio. Casi todos los programas de reforzamiento que existen fuera del laboratorio sólo están en efecto en presencia de estímulos particulares. Jugar un partido de fútbol sólo produce reforzamiento en presencia de compañeros con los que se disfruta o que representan un desafío. Conducir con rapidez es reforzado cuando uno está en la carretera, pero no cuando está en una calle muy transitada de la ciudad. Una discusión bulliciosa con los amigos es reforzada en una fiesta, pero el mismo tipo de conducta genera ceños fruncidos durante un servicio religioso. Comer con los dedos es reforzado en un picnic, pero no en un restaurante elegante. Las actividades cotidianas por lo general implican el paso de una situación a otra (de la cocina a la parada del autobús, a la oficina, a la tienda de abarrotes, etcétera), y cada situación tiene su propio programa de reforzamiento.

RECUADRO 8.2

Control del sueño por el estímulo

Puede ser difícil lograr que los niños vayan a la cama y permanezcan dormidos durante la noche. Los despertares nocturnos de los niños pequeños pueden ser estresantes para los padres y han sido relacionados con enfermedad de la madre, discordia matrimonial y maltrato infantil. Las aproximaciones conductuales al tratamiento de los despertares nocturnos han hecho hincapié en los conceptos del control del estímulo y extinción.

Si se carece de una intervención especial, un niño puede despertarse por la noche y llorar o llamar a sus padres. Los padres acuden a ver al niño e intentan que éste vuelva a dormir, sea en su cama o en la cama de ellos, donde a la larga el niño se queda dormido. Este escenario puede mantener el trastorno del sueño de dos maneras: primera, la atención de los padres puede reforzar al niño por despertarse y segunda, los esfuerzos especiales que hacen los padres para lograr que el niño vuelva a dormir (por ejemplo, llevarlo a la cama de los padres) puede introducir estímulos discriminativos especiales para volver a conciliar el sueño. En ausencia de esas señales, dormir de nuevo puede ser especialmente difícil.

En un estudio sobre el tratamiento conductual de los despertares noctur-

nos en infantes de ocho a 20 meses, France y Hudson (1990) dieron a los padres las siguientes instrucciones.

A la hora de ir a la cama, realice la rutina habitual (cuentos, canciones, etcétera). Luego ponga a (*nombre del niño*) en la cama. Dele las “buenas noches” y salga de inmediato del cuarto. No regrese a menos que sea absolutamente necesario. De ser absolutamente necesario, examine al niño (si éste estuviera enfermo o si sospecha de algún peligro), pero hágalo en silencio y con un mínimo de luz (p. 93).

Este procedimiento tenía el propósito de minimizar el reforzamiento que recibía el niño por despertarse. También pretendía hacer de la cama del niño, en ausencia de la interacción con los padres, un estímulo discriminativo para volver a dormir en caso de que se hubiera despertado por la noche. Con la introducción de esos procedimientos, se reportó que los siete infantes que participaron en el estudio disminuyeron el número de veces que despertaban y lloraban o llamaban a sus padres durante la noche. Antes de introducir el procedimiento, el número promedio de despertares nocturnos era 3.3.

Después del procedimiento de tratamiento, disminuyó a 0.8. Esas mejoras se mantuvieron durante las pruebas de seguimiento realizadas en periodos de tres meses y dos años después.

El insomnio también es un problema entre las personas de mediana y tercera edad, muchas de las cuales toman pastillas para dormir y así resolver el problema. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que el entrenamiento de control por el estímulo también puede resolver su problema. Como parte de dicho entrenamiento se instruye a los participantes para que sólo usen su cama para dormir; no para ver televisión, leer ni escuchar su iPod. Para alentar aún más una asociación de la cama con el sueño, se alienta a los participantes a reducir el tiempo que pasan en la cama (de modo que la mayor parte del tiempo que pasan en la cama lo pasen durmiendo). Se ha encontrado que este tipo de entrenamiento del control por el estímulo y de restricción del sueño es tan eficaz como tomar pastillas para dormir y puede serlo más que otras formas de terapia cognoscitiva conductual (Harvey, Inglis y Espie, 2002; Irwin, Cole y Nicassio, 2006; Smith *et al.*, 2002).

Efectos del entrenamiento discriminativo en el control del estímulo

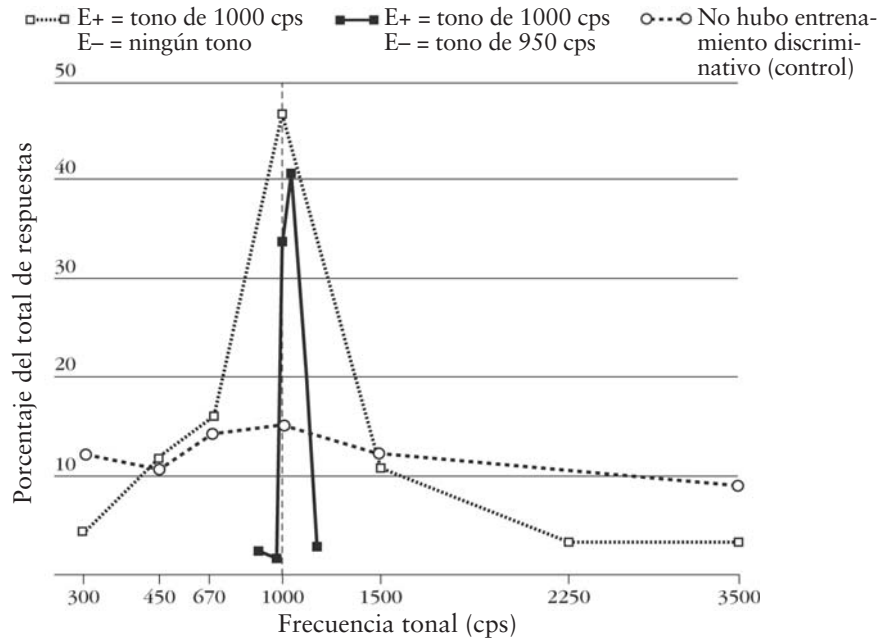
El entrenamiento discriminativo pone a la respuesta instrumental bajo control del E+ y E-. ¿Qué tan preciso es el control que adquiere E+ sobre la conducta instrumental y qué factores determinan la precisión del control por el estímulo que se consigue? Para responder esas preguntas, no basta observar la respuesta diferencial ante E+ contra E-. También se debe averiguar qué tan agudo es el gradiente de generalización cuando se prueba a los participantes con estímulos que varían sistemáticamente del E+. Otra pregunta importante es, ¿qué aspecto del procedimiento de entrenamiento discriminativo es responsable del tipo de gradiente de generalización que se obtiene? Esos problemas fueron abordados primero en un experimento clásico de Jenkins y Harrison (1960, 1962).

Jenkins y Harrison examinaron la manera en que estímulos auditivos que difieren en su frecuencia tonal pueden llegar a controlar la conducta de picoteo de palomas reforzadas con alimento. Como ya vimos en el capítulo, cuando las palomas son reforzadas con comida tienden a prestar mayor atención a las señales visuales que a las señales auditivas. Sin embargo, como encontraron Jenkins y Harrison, con el procedimiento adecuado de entrenamiento la conducta de las palomas puede ser controlada por señales auditivas. Los autores evaluaron los efectos de tres diferentes procedimientos de entrenamiento.

Un grupo de palomas fue sometido a un procedimiento de entrenamiento en el cual el E+ era un tono de 1000 ciclos por segundo (cps) y la ausencia del tono servía como el E-. Picotear la tecla era reforzado según un programa de intervalo variable en los ensayos en que estaba presente el tono de 1000 cps y no se entregaba reforzamiento en los ensayos en que el tono estaba ausente. Un segundo grupo también fue sometido a entrenamiento discriminativo. El tono de 1000 cps se utilizó de nuevo como el E+, aunque para el segundo grupo el E- era un tono de 950 cps. El tercer grupo de palomas fungió como grupo control y no recibió entrenamiento discriminativo. En este grupo, el tono de 1000 cps estaba continuamente presente y los animales siempre podían recibir reforzamiento por picotear durante la sesión experimental.

Al completar los tres diferentes procedimientos de entrenamiento, se probó en cada grupo el picoteo en presencia de tonos de varias frecuencias para ver la precisión con la que el picoteo era controlado por la frecuencia del tono. La figura 8.8 muestra los gradientes de generalización obtenidos. El grupo control, que no había sido sometido a un entrenamiento discriminativo, respondió casi por igual en la presencia de todos los estímulos de prueba. La frecuencia de los tonos no controlaba la conducta de las palomas de este grupo, que actuaban como si fueran sordas al tono. Cada uno de los otros dos procedimientos de entrenamiento produjo mayor control de estímulo por el tono. El gradiente de generalización más agudo, y por ende el control más fuerte del estímulo, se observó en las aves que habían sido entrenadas con el tono de 1000 cps como E+ y el tono de 950 cps como E-. Las palomas que habían recibido antes un entrenamiento discriminativo entre el tono de 1000 cps (E+) y la ausencia de tono (E-) mostraron un grado intermedio de control de estímulo por la frecuencia tonal.

El experimento de Jenkins y Harrison dio lugar a dos principios importantes: primero, demostraron que el entrenamiento discriminativo incrementa el control por el estímulo de la conducta instrumental y segundo, es más probable que una dimensión particular del estímulo (como la frecuencia tonal) adquiera control so-

**FIGURA 8.8**

Gradientes de generalización de la respuesta a tonos de diferentes frecuencias después de diversos tipos de entrenamiento. Un grupo fue sometido a un entrenamiento discriminativo en que un tono de 1000 cps era el E+ y la ausencia del tono servía como E-. Otro grupo recibió entrenamiento en el que un tono de 1000 cps era el E+ y un tono de 950 cps servía como E-. El grupo control no recibió entrenamiento discriminativo antes de la prueba de generalización. (En "Effects of Discrimination Training on Auditory Generalization", por H. M. Jenkins y R. H. Harrison, 1960, *Journal of Experimental Psychology*, 58, pp. 246-253; también en "Generalization Gradients of Inhibition Following Auditory Discrimination Learning", por H. M. Jenkins y R. H. Harrison, 1962, *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 5, pp. 435-441.)

bre la respuesta si el E+ y el E- difieren a lo largo de esa dimensión del estímulo. El control más preciso por parte de la frecuencia tonal se observó después del entrenamiento discriminativo en que el E+ era un tono de una frecuencia (1000 cps) y el E- era un tono de otra frecuencia (950 cps). El entrenamiento discriminativo no produjo un control tan fuerte por la frecuencia tonal si el E+ era un tono de 1000 cps y el E- era la ausencia del tono. La discriminación entre la presencia y la ausencia del tono de 1000 cps podría haberse basado en el volumen o el timbre del tono más que en su frecuencia. Por consiguiente, la frecuencia tonal no adquirió tanto control en este caso. (Para conocer otras revisiones de esos y otros temas relacionados, consulte los trabajos de Balsam, 1988; Kehoe, 2008; y Lea y Wills, 2008.)

Variedad de posibles estímulos discriminativos

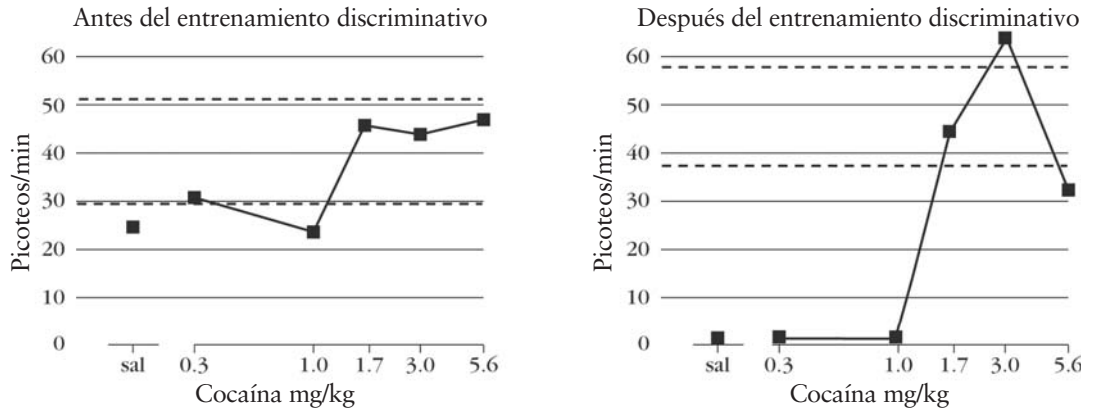
Los procedimientos discriminativos pueden utilizarse para poner la conducta instrumental de un organismo bajo el control de varios tipos diferentes de estímulos. Se ha demostrado que diferentes especies (ratas, palomas, carpas, monos) son capaces de discriminar entre distintos tipos de música (Chase, 2001, D'Amato y Salmon, 1982). En otros estudios, las palomas aprendieron a distinguir diapositivas a color de pinturas de Monet y de las pinturas de Picasso (Watanabe, Sakamoto y Wakita, 1995), fotografías de rostros humanos masculinos y femeninos (Huber *et al.*, 2005), y fotografías de palomas machos y hembras (Nakamura, Ita, Croft y

Westbrook, 2006). Los procedimientos de discriminación del estímulo con ratas y palomas de laboratorio también han empleado estímulos discriminativos que consisten en señales internas relacionadas con el nivel de hambre (Davidson, Flynn y Jarrard, 1992), el número de estímulos en un conjunto visual (Emmerton y Renner, 2006), la frecuencia relativa de eventos (Keen y Machado, 1999; Machado y Cevik, 1997), la hora del día (Budzynski y Bingman, 1999), y señales artificiales y naturales de movimiento (Cook y Roberts, 2007; Mui *et al.*, 2007).

Los investigadores también se han interesado en estudiar si los animales pueden detectar las sensaciones internas creadas por una droga o por la abstinencia de una droga adictiva. Las sensaciones internas producidas por una droga psicoactiva (u otra manipulación fisiológica como la privación de alimento) se denominan *señales interoceptivas*. La detección de las señales interoceptivas asociadas con la abstinencia de una droga y el control del estímulo que pueden ejercer dichas señales son componentes destacados de las teorías modernas de la adicción a las drogas (Baker *et al.*, 2004). Dichas teorías han obtenido un apoyo importante de la investigación en el laboratorio sobre el control que ejercen en la conducta instrumental las señales interoceptivas producidas por la droga. Las investigaciones en esta área se han preguntado si un organismo puede saber cuándo está bajo la influencia de un sedante (pentobarbital), y si otras drogas (por ejemplo, clorodiazepóxido, alcohol y metanfetaminas) producen sensaciones similares a las del pentobarbital. Para obtener respuesta a dichas preguntas se recurre al entrenamiento discriminativo con drogas como estímulos y a las pruebas de generalización del estímulo (McMillan y Li, 1999, 2000; McMillan, Li y Hardwick, 1997; Snodgrass y McMillan, 1996; Zarcone y Ator, 2000). Curiosamente, esta investigación ha demostrado que en el caso de las drogas, los mecanismos del control del estímulo son notablemente similares a los identificados por Jenkins y Harrison (1960, 1962) para el control del picoteo por señales auditivas en las palomas.

Por ejemplo, Schaal y sus colaboradores compararon el grado de control del estímulo ejercido por las señales interoceptivas de la cocaína antes y después del entrenamiento discriminativo (Schaal, McDonald, Miller y Reilly, 1996). Las palomas fueron reforzadas por picotear una tecla de acuerdo a un programa de reforzamiento de intervalo variable dos minutos. En la primera fase del experimento (sin entrenamiento discriminativo), se inyectó a las aves 3.0 mg/kg de cocaína antes de cada sesión. Después que la respuesta se había estabilizado, se intercalaron periódicamente pruebas de generalización entre las sesiones de entrenamiento. En el transcurso de esas pruebas los sujetos no recibieron droga (solución salina) o recibieron varias dosis de cocaína que iban de 0.3 a 5.6 mg/kg. (La respuesta no fue reforzada durante las sesiones de prueba). Los resultados obtenidos con una de las aves (P1) se presentan al lado izquierdo de la figura 8.9. Advierta que el gradiente de generalización como función de la dosis de la droga es bastante plano, lo que indica un débil control por el estímulo.

Durante la siguiente fase del experimento, se introdujo un procedimiento discriminativo. A lo largo de esta fase, algunas sesiones fueron precedidas por una inyección de cocaína, como antes, y se reforzó el picoteo. Aunado a esto, los sujetos también pasaron por sesiones sin la droga, en que no se reforzó el picoteo. De modo que el E+ fue la cocaína en el sistema del ave. Los sujetos aprendieron la discriminación y respondieron con fuerza durante las sesiones con E+ y lo hicieron mucho menos en las sesiones con E-. Una vez que se estableció la discrimi-

**FIGURA 8.9**

La respuesta como función de la dosis de cocaína para una paloma antes (panel izquierdo) y después (panel derecho) del entrenamiento discriminativo en que se administró una dosis de 3.0 mg/kg de cocaína durante las sesiones E+ y en el que se administró una inyección de solución salina (sin la droga) antes de las sesiones E-. (Schaal *et al.*, 1996, "Discrimination of methadone and cocaine by pigeons without explicit discrimination training". *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 66, p. 199. Derechos reservados, 1996 por la Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Reproducido con autorización).

nación, se realizaron pruebas de generalización igual que antes. Los resultados de esas pruebas se presentan en el panel derecho de la figura 8.9 para la paloma P1. Observe que ahora el gradiente de generalización es mucho más agudo, lo que indica un mayor control por parte de los estímulos internos de la droga. El mayor nivel de respuesta ocurrió cuando se probó a la paloma con la dosis de 3.0 mg/kg de cocaína que se utilizó durante las sesiones reforzadas. Prácticamente no ocurrió respuesta durante las sesiones sin la droga o con una dosis de apenas 0.3 o 1.0 mg/kg de cocaína. Curiosamente, la respuesta también disminuyó un poco cuando la dosis de prueba fue de 5.6 mg/kg, la cual excedía la dosis de entrenamiento. Por consiguiente, como sucedió con el control del estímulo de la conducta por la frecuencia tonal (figura 8.8), el entrenamiento discriminativo incrementó el control del estímulo por las sensaciones internas creadas por la cocaína.

El hecho de que los procedimientos de discriminación puedan usarse para poner la conducta bajo el control de una amplia variedad de estímulos los convierte en herramientas poderosas para investigar la manera en que los animales procesan la información. En los capítulos 11 y 12 se presentarán algunos resultados impresionantes de esta investigación en el análisis de la memoria y la cognición animal.

¿Qué se aprende en un entrenamiento discriminativo?

Debido al profundo efecto que tiene el entrenamiento discriminativo sobre el control del estímulo, los investigadores se han interesado en lo que se aprende durante el entrenamiento discriminativo. Piense en la siguiente situación relativamente simple: se refuerzan las respuestas siempre que está encendida una luz roja (E+) y no se refuerzan cuando se presenta un tono fuerte (E-). ¿Qué estrategias podría usar un sujeto para asegurarse de que la mayor parte de sus respuestas sean reforzadas en esta situación? Una posibilidad es que aprenda a responder siempre que esté presente el E+ y a no hacerlo si no está presente. Si un organismo adoptara esta estrategia, terminaría respondiendo mucho más ante E+ que ante E- sin

haber aprendido algo específico acerca de E⁻. Otra posibilidad sería aprender a suprimir la respuesta durante E⁻ pero responder siempre que E⁻ esté ausente. Esta estrategia también daría lugar a más respuesta durante E⁺ que ante E⁻, pero sin haber aprendido nada específico acerca de E⁺. Una tercera posibilidad es aprender el significado de E⁺ y E⁻, a responder ante E⁺ y a suprimir la respuesta ante E⁻.

Teoría de Spence sobre el aprendizaje discriminativo

Una de las primeras y más influyentes teorías del aprendizaje discriminativo fue la propuesta por Kenneth Spence (1936). Aunque Spence propuso su teoría hace casi 75 años, ésta ha seguido estimulando la investigación (Lazareva *et al.*, 2008; Pearce *et al.*, 2008; Wagner, 2008b). La idea básica de la teoría de Spence sobre el aprendizaje discriminativo está fundamentada en la última de las posibilidades descritas antes. Según esta teoría, el reforzamiento de una respuesta en presencia del E⁺ condiciona tendencias excitatorias de respuesta ante E⁺. En consecuencia, el no reforzamiento de la respuesta durante E⁻ condiciona propiedades inhibitorias ante E⁻ que ayudan a suprimir la conducta instrumental. Se supone que la respuesta diferencial ante E⁺ y E⁻ refleja tanto la excitación de la respuesta ante E⁺ como la inhibición de la respuesta ante E⁻.

¿Cómo puede evaluarse experimentalmente la teoría de excitación-inhibición del aprendizaje discriminativo? La sola observación de que los organismos responden más ante E⁺ que ante E⁻ no basta para demostrar que aprendieron algo acerca de ambos estímulos. Una posibilidad sería llevar a cabo pruebas de generalización con estímulos que varíen sistemáticamente de E⁺ y E⁻. En teoría, esas pruebas deben revelar un **gradiente de generalización excitatoria** alrededor de E⁺ y un **gradiente de generalización inhibitoria** alrededor de E⁻. Consecuentemente, existen serios problemas técnicos para aislar un tipo de gradiente de generalización del otro. (Honig, Boneau, Burstein y Pennypacker, 1963, llevaron a cabo un estudio clásico en que esos problemas fueron resueltos con éxito. Consulte la comparación más reciente de los gradientes de generalización excitatoria e inhibitoria de Rescorla, 2006c.) Otro método consiste en determinar si un estímulo E⁻ desarrolla propiedades inhibitorias activas luego del entrenamiento discriminativo.

En un estudio de autoadministración de cocaína en ratas de laboratorio, Kearns y sus colaboradores (2005) emplearon una prueba de sumación para determinar si un E⁻ adquiere control inhibitorio activo sobre la conducta luego del entrenamiento discriminativo. En el capítulo 3 revisamos antes la prueba de sumación como una técnica para medir la inhibición condicionada pavloviana. La aplicación de la prueba para evaluar la inhibición, luego del entrenamiento discriminativo, se basa en la misma lógica. En esencia, si E⁻ adquiere propiedades inhibitorias activas como resultado del entrenamiento discriminativo, debería suprimir la respuesta que de otro modo sería provocada por un E⁺. Kearns y sus colaboradores (2005) evaluaron esta predicción.

Se preparó a ratas de laboratorio de modo que pudiesen recibir pequeñas dosis de cocaína de manera intravenosa. La droga se entregaba de manera contingente a la presión de la palanca en un programa de intervalo variable. En los ensayos reforzados las presiones de palanca producían cocaína. Esos ensayos alternaban con otros en que la presión de palanca no se reforzaba nunca. En el grupo experimental, los ensayos reforzados eran señalados por un tono la mitad de las veces y por un clic las veces restantes. Por consiguiente, tanto el tono como



K. W. Spence

el clic se convirtieron en estímulos E+. En todos los ensayos en que no estaba disponible el reforzamiento se presentaba una luz, lo que la convirtió en un E-. El procedimiento fue similar para el grupo control, salvo que se hizo un esfuerzo para evitar que la luz se convirtiera en un E-, lo que se logró presentando la luz la mitad de las veces con el clic (cuando la cocaína estaba disponible) y la mitad de las veces durante los ensayos no reforzados (cuando no estaba disponible la cocaína). Como la luz ocurría por igual en los ensayos reforzados y los no reforzados, no se esperaba que adquiriese propiedades inhibitorias.

Después que los sujetos tuvieron práctica suficiente con esos procedimientos se llevó a cabo la prueba de sumación. De hecho, el criterio para avanzar a la fase de prueba fue que la presión de palanca durante los ensayos reforzados hubiese superado por un factor de siete la presión de palanca durante los ensayos no reforzados. Durante la prueba de sumación se realizaron dos ensayos, en uno se presentó el tono por sí solo. Como el tono era un E+ para ambos grupos, se esperaba que ambos respondieran con fuerza en su presencia. Durante la segunda prueba se presentó el tono junto con la luz. Recuerde que la luz se entrenó como E- para el grupo experimental pero no para el grupo control. Por consiguiente, se esperaba que la luz suprimiera la respuesta únicamente en el grupo experimental.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 8.10. Como se esperaba, ambos grupos mostraron una fuerte respuesta en presencia del tono. La adición de la luz al tono no interrumpió la respuesta en el grupo control, pero produjo una profunda supresión de la presión de palanca en el grupo experimental. Recuerde que la fase de prueba fue la primera ocasión en la cual la luz se presentó al mismo tiempo que el tono. La supresión de la respuesta que se hizo evidente en el grupo experimental demostró que un estímulo que en un procedimiento discriminativo es una señal para el no reforzamiento (E-) adquiere propiedades inhibitorias activas, tal como lo predijo Spence.

El experimento anterior de Kearns *et al.* (2005), es interesante no sólo por su relevancia para las teorías del entrenamiento discriminativo, sino también porque sugiere una nueva aproximación al tratamiento del abuso de drogas. El énfasis de

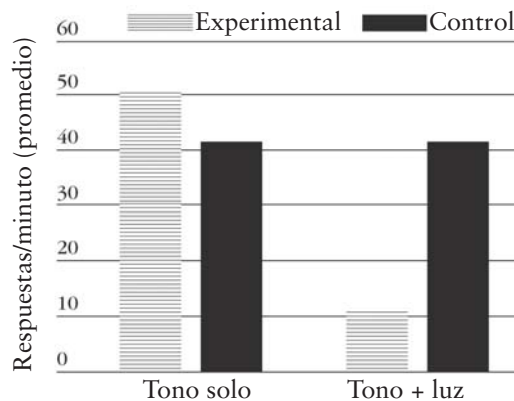


FIGURA 8.10

Autoadministración de cocaína en ratas en ensayos de prueba durante la presentación del tono solo y del tono + luz. El grupo experimental había recibido previamente un entrenamiento discriminativo en que el tono sólo se presentaba en los ensayos reforzados (E+) y la luz sólo ocurría en los ensayos no reforzados (E-). El grupo control recibió un entrenamiento previo similar, pero en su caso la luz se presentó con la misma frecuencia en los ensayos reforzados y los no reforzados. (Basado en Kearns *et al.*, 2005.)

los análisis de dicho abuso ha consistido en identificar y moderar los factores que conducen a la autoadministración de la droga. En general, dichos factores involucran diversas formas de condicionamiento excitatorio. El estudio de Kearns y colaboradores sugiere que los estímulos discriminativos negativos (las señales E-) pueden ejercer una fuerte influencia inhibitoria sobre las conductas de búsqueda y administración de la droga. Además, esta influencia inhibitoria se transfiere para contrarrestar los efectos excitatorios de un E+ si al mismo tiempo que éste se presenta un E-. Lo anterior sugiere que la búsqueda de la droga puede reducirse por medio de la inhibición aun si se mantienen intactos los procesos excitatorios.

Interacciones entre E+ y E-: efecto de cambio de pico

Hasta ahora hemos descrito las características generales del entrenamiento de discriminación del estímulo bajo el supuesto de que lo que los sujetos aprenden acerca del E+ es en buena medida independiente de lo que aprenden sobre el E-. Esta suposición es demasiado simplista. El aprendizaje no se divide de forma tan precisa. Lo que uno aprende acerca de E+ puede influir en su respuesta a E- y viceversa. Dichas interacciones son particularmente probables si E+ y E- se relacionan de alguna forma.

E+ y E- pueden estar relacionados si son similares excepto por algún rasgo o atributo. Este fue el caso en el experimento de Jenkins y Harrison, cuyos resultados se presentaron en la figura 8.8. Para uno de los grupos de ese estudio, el E+ era un tono de 1000 cps y el E- era un tono de 950 cps. Por consiguiente, los estímulos (E+ y E-) sólo diferían ligeramente en la frecuencia tonal. Un procedimiento de entrenamiento en que E+ y E- sólo difieren en términos del valor de una característica del estímulo (en este caso, la frecuencia tonal) se denomina una **discriminación intradimensional**. El procedimiento de discriminación palpebral, cuyos resultados se presentan en la figura 8.7, también es una discriminación intradimensional. En ese estudio, el EC+ y el EC- eran tonos que diferían en la frecuencia tonal (2000 cps contra 8000 cps).

Las discriminaciones intradimensionales son de particular interés, pues están relacionadas con el tema del desempeño experto, el cual, por lo general, implica hacer distinciones sutiles. Distinguir estímulos que difieren en una sola característica es más difícil que distinguir estímulos que difieren en muchos aspectos. No se requiere mucha experiencia para identificar la diferencia entre un auto compacto y un autobús. En contraste, se requiere saber mucho de carros para identificar la diferencia entre dos versiones del Honda Civic. Entre menos rasgos distintivos existan entre dos estímulos, más difícil será diferenciarlos y mayor experiencia se requiere para hacer la distinción. La mayoría de la gente diría que el desempeño de dos patinadores expertos es igualmente diestro, pero los jueces expertos pueden detectar diferencias sutiles pero importantes que tienen como resultado que un ejecutante obtenga puntuaciones más altas que el otro. La discriminación intradimensional requiere que se detecte una sola característica distintiva entre E+ y E- y por ende es una forma de desempeño experto.

Las discriminaciones intradimensionales son interesantes, pues pueden producir un fenómeno contraintuitivo conocido como **efecto de cambio de pico**, el cual fue demostrado en un famoso experimento de Hanson (1959). Hanson examinaba los efectos del entrenamiento de discriminación intradimensional en la medida en que diferentes colores controlaban la conducta de picoteo en palomas.

Todos los participantes habían sido reforzados por picotear en presencia de una luz cuya longitud de onda era de 550 nanómetros. Por ende, el E+ era el mismo para todos los sujetos. Los grupos diferían en la semejanza entre E+ y E- (la pericia que habían desarrollado las palomas para distinguir los colores). Un grupo recibió un entrenamiento discriminativo en el cual el E- era un color con una longitud de onda de 590 nanómetros, 40 nm de diferencia respecto al E+. Para otro grupo la longitud de onda del E- era 555 nm, apenas 5 nm de diferencia respecto al E+. El desempeño de esas palomas se comparó con la conducta de un grupo control que no había recibido entrenamiento discriminativo, pero que también había sido reforzado por picotear en presencia del estímulo de 550 nm. (Observe la semejanza de este experimento con el estudio de Jenkins y Harrison. En ambos estudios se hizo variar entre grupos la dificultad de la discriminación.)

Después de sus diferentes experiencias de entrenamiento, se probó la tasa de picoteo de todas las aves en presencia de los estímulos de prueba que variaban en color. Los resultados se muestran en la figura 8.11. Veamos primero el desempeño del grupo control que no recibió entrenamiento discriminativo. Esas palomas respondieron más al E+ y lo hicieron progresivamente menos a medida que el color de los estímulos de prueba se alejaba del color de E+. Por consecuencia, el grupo control mostró un gradiente de generalización excitatoria estándar centrado en el E+.

Se obtuvieron resultados diferentes después del entrenamiento discriminativo con el color de 590 nm como E-. Esas palomas respondieron a una tasa elevada ante el color de 550 nm que había fungido como E+. Sin embargo, mostraron una generalización mucho mayor de la respuesta de picoteo ante el color de 540 nm. De hecho, su tasa de respuesta fue un poco mayor ante el color de 540 nm que

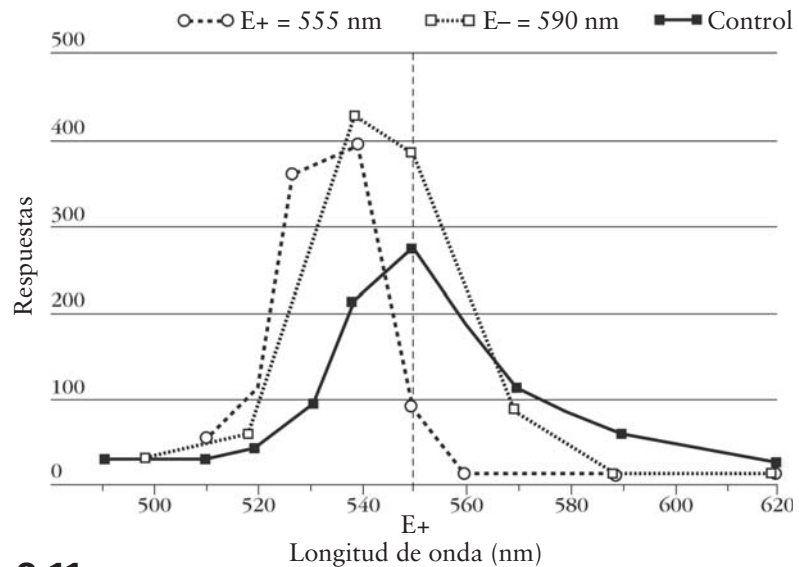


FIGURA 8.11

Efectos del entrenamiento discriminativo intradimensional en el control del estímulo. Los tres grupos de palomas fueron reforzados por picotear en presencia de una luz de 550 nm (E+). Un grupo recibió entrenamiento discriminativo en que el E- era una luz de 590 nm. Para otro grupo, el E- era una luz de 555 nm. El tercer grupo fungió como control y no recibió entrenamiento discriminativo antes de la prueba sobre la generalización del estímulo. (De "Effects of Discrimination Training on Stimulus Generalization" por H. M. Hanson, 1959, *Journal of Experimental Psychology*, 58, pp. 321-333.)

ante el E+ original de 550 nm. Este cambio en que el pico de respuestas se alejaba del E+ original fue incluso más notable posterior al entrenamiento discriminativo en que el E- era el color de 555 nm. Esas aves mostraron tasas de respuesta mucho más bajas ante el E+ original (550 nm) que cualquiera de los otros dos grupos; además, sus tasas más altas de respuesta ocurrieron ante colores con una longitud de onda de 540 y 530 nm. Este cambio de pico del gradiente de generalización lejos del E+ original es notable, pues en la fase anterior del entrenamiento discriminativo, la respuesta no se reforzó nunca en presencia de los estímulos con 540 o 530 nanómetros. Por consiguiente, las tasas más altas de picoteo se dieron ante estímulos que no se habían presentado siquiera durante el entrenamiento original.

El alejamiento del punto más alto del gradiente de generalización respecto al E+ original se denomina **efecto de cambio de pico**. Es importante advertir dos características de este fenómeno que son evidentes en la figura 8.11. Primero, el efecto de cambio de pico es resultado del entrenamiento de discriminación intradimensional. El grupo control, que no recibió dicho entrenamiento, no mostró el efecto de cambio de pico. Segundo, el efecto de cambio de pico fue una función de la semejanza del E- con el E+ usado en el entrenamiento discriminativo. El cambio de pico más grande ocurrió en seguida de un entrenamiento en que el E- era muy similar al E+ (555 nm y 550 nm respectivamente); el fenómeno fue menor después del entrenamiento discriminativo con colores en que la diferencia era mayor (590 nm en comparación con 550 nm).

En el experimento de Jenkins y Harrison se observaron resultados similares (analice la figura 8.8). Un pequeño efecto de cambio de pico se hizo evidente en los sujetos que recibieron entrenamiento discriminativo con el tono de 1000 cps como E+ y el tono de 950 cps como E-. Advierta que para este grupo, la tasa más alta de respuesta ocurrió ante una frecuencia tonal superior a 1000 cps. No hubo cambio de pico para los sujetos entrenados con el tono de 1000 cps como E+ y la ausencia del tono como E-.

El efecto de cambio de pico puede ser resultado de la discriminación intradimensional, no sólo de la frecuencia tonal y el color. El E+ y el E- pueden ser líneas de orientación diferente, tonos de distinto volumen, señales temporales, estímulos espaciales o señales faciales. Además, el efecto ha sido observado en diversas especies, incluyendo a seres humanos (Bizo y McMahon, 2007; Cheng y Spetch, 2002; Moya y Thomas, 1982; Spetch, Chang y Clifford, 2004; Russella y Kirkpatrick, 2007).

Explicación de Spence del cambio de pico

El efecto del cambio de pico es sorprendente, ya que demuestra que el E+, el estímulo reforzado, no es por fuerza el que provoca la tasa de respuesta más alta. ¿A qué puede deberse eso? Se supone que los gradientes de generalización del estímulo alcanzan su punto más alto en el E+. ¿Es posible explicar el efecto de cambio de pico en términos de la excitación generalizada alrededor de E+ y la inhibición generalizada alrededor de E-? En un análisis ingenioso, Spence (1937) sugirió que, en efecto, los gradientes excitatorio e inhibitorio pueden producir el fenómeno de cambio de pico. Su análisis llama la atención, pues fue propuesto hace más de 20 años antes que se demostraran experimentalmente el efecto de cambio de pico y los gradientes de excitación y de inhibición.

Spence suponía que el entrenamiento de discriminación intradimensional produce gradientes de generalización excitatoria e inhibitoria centrados, res-

pectivamente, alrededor de $E+$ y de $E-$. No obstante, dado que en las tareas de discriminación intradimensional $E+$ y $E-$ son similares (por ejemplo, ambos son colores), habrá traslape en los gradientes de generalización de la excitación y la inhibición. Además, el grado de traslape dependerá de la medida de semejanza entre $E+$ y $E-$. Con base en ello, la inhibición generalizada de $E-$ suprimirá la respuesta a $E+$, lo que tendrá como resultado un efecto de cambio de pico. Si $E-$ es muy cercano a $E+$, ocurrirá más inhibición de $E-$ a $E+$, y a su vez eso tendrá como resultado un efecto mayor de cambio de pico, justo como encontró Hanson (figura 8.11).

La teoría de Spence del aprendizaje discriminativo ha tenido un éxito notable (Hearst, 1968, 1969; Klein y Rilling, 1974; Marsh, 1972), aunque no ha logrado explicar algunos resultados experimentales (Lazareva *et al.*, 2008). Al reflexionar sobre el impacto general de la teoría de Spence, Pearce y sus colaboradores (2008) señalaron recientemente que “La interacción entre los gradientes de generalización excitatoria e inhibitoria... nos proporciona un marco de referencia útil para entender la manera en que los animales resuelven discriminaciones entre configuraciones de estímulos”. Continuaron comentando que “El estudio del aprendizaje discriminativo representa una de las empresas teóricas que más han sobrevivido en la psicología. La teoría de Spence ya hizo una contribución importante a dicha empresa y parece probable que lo siga haciendo en los años por venir” (p. 199).

Explicaciones alternativas del cambio de pico

Como se mencionó antes, los estudios sobre el control del estímulo pueden darnos mucha información sobre la forma en que los organismos (humanos y no humanos) experimentan el mundo. Una pregunta importante que durante décadas ha sido fuente de debate es si vemos los estímulos en términos de sus propiedades individuales y absolutas, o si los vemos en términos de su relación con otros estímulos que experimentamos (Köhler, 1939). El análisis elemental frente al análisis configuracional del control por estímulos compuestos que vimos antes en el capítulo forma parte de este largo debate. Igual que en muchos de esos debates, se dispone de evidencia que es congruente tanto con el enfoque elemental como con la aproximación configuracional, lo que indica la posibilidad de que operen ambos tipos de mecanismos, quizá bajo circunstancias diferentes (Hulse, Page y Braaten, 1990).

El modelo de Spence sobre el aprendizaje discriminativo es un modelo de aprendizaje absoluto del estímulo; predice la conducta a partir de las propiedades excitatorias netas de los estímulos individuales. El enfoque alternativo supone que los organismos aprenden a responder a un estímulo con base en la relación de ese estímulo con otras señales del entorno. Por ejemplo, cuando se presenta con un $E+$ que es más grande que el $E-$, el sujeto puede responder al $E+$ con base en su tamaño relativo (en comparación con el $E-$) más que en términos de su tamaño absoluto. Un pronóstico interesante de esta aproximación es que la forma del gradiente de generalización cambiará como función del rango de estímulos de prueba que se presenten durante la sesión de la prueba de generalización. Esos y otros vaticinios del enfoque relacional han sido confirmados en estudios con sujetos tanto humanos como no humanos (Bizo y McMahon, 2007; Lazareva, Miner, Wasserman y Young, 2008; Thomas, 1993).

Entrenamiento de equivalencia del estímulo

El efecto del cambio de pico es un resultado interesante y contraintuitivo del entrenamiento discriminativo intradimensional. Sin embargo, como demostraron los estudios de Jenkins y Harrison (figura 8.8), incluso con este efecto, el entrenamiento discriminativo incrementa de modo notable el control de la conducta por el estímulo; limita la generalización de la conducta del E+ a otras señales, e incrementa lo agudo de los gradientes de generalización. Esto da lugar a algunas preguntas: ¿existen procedimientos de aprendizaje que tengan el efecto opuesto? ¿Existen procedimientos de aprendizaje que aumenten la generalización del estímulo? ¿Cómo podríamos construir dichos procedimientos?

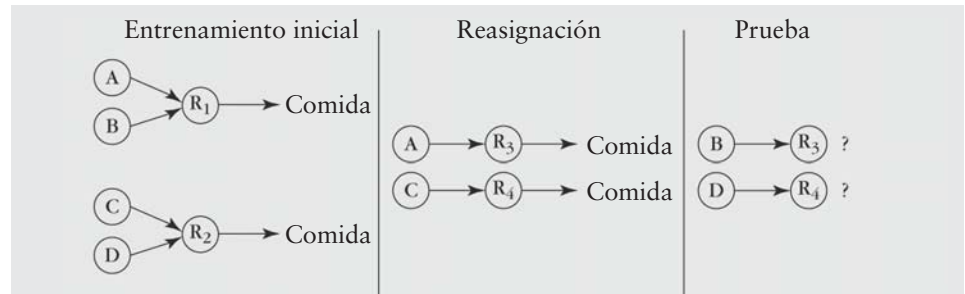
En un procedimiento discriminativo, los estímulos son tratados de manera diferente y tienen consecuencias diferentes. Un estímulo es asociado con reforzamiento mientras que el otro no lo es. Este trato o importancia diferencial del estímulo lleva a los organismos a responder, de manera distinta, ante cada uno. ¿Qué sucedería si dos estímulos fueran tratados de manera igual o equivalente? ¿Llevaría ese procedimiento a los organismos a responder ante los estímulos como si fuesen similares o equivalentes? La respuesta parece ser afirmativa. Así como el entrenamiento discriminativo da lugar a una respuesta diferencial, el entrenamiento de equivalencia fomenta una respuesta generalizada.

Se dispone de diversos métodos para promover la generalización en lugar de la discriminación entre estímulos. En el capítulo 12 describiremos la investigación sobre el aprendizaje de conceptos que implica aprender a tratar de la misma manera diversas instancias, físicamente diferentes, de una categoría. Por ejemplo, es posible entrenar palomas para que respondan de manera similar ante fotografías diferentes, las cuales incluyen alguna forma de agua (océano, lago, charco, corriente) (Herrnstein, Loveland y Cable, 1976). La estrategia básica para el entrenamiento de la categorización consiste en reforzar la misma respuesta (el picoteo de la tecla) en presencia de varias fotografías que contengan agua y en no reforzar esa respuesta cuando aparezcan las fotografías sin agua. Herrnstein y sus colaboradores entrenaron esa discriminación usando entre 500 y 700 fotografías de diversos escenarios de Nueva Inglaterra. Una vez que las palomas aprendieron la discriminación agua-no agua, su conducta se generalizó a nuevas fotografías que no se habían presentado en el entrenamiento.

Los investigadores también han explorado la posibilidad de establecer la **equivalencia del estímulo** entre dos estímulos diferentes vinculando cada una de las distintas señales con un tercer evento en común. Por ejemplo, en un experimento de Honey y Hall (1989), las ratas recibieron primero presentaciones de dos señales auditivas diferentes, un ruido y un clic, emparejados con comida. Se esperaba que el resultado común de la comida creara una equivalencia funcional entre ambos estímulos (el ruido y el clic). El grupo control también recibió presentaciones del ruido y el clic, pero en este grupo sólo el clic se emparejó con la comida. En ambos grupos el ruido se emparejó en seguida con una descarga suave en la pata, lo que tuvo como resultado el condicionamiento del temor al ruido. La cuestión principal era si este temor condicionado al ruido se generalizaría al clic. Se observó significativamente mayor generalización en los animales en que se entrenó la equivalencia que en el grupo control. En comparación con el grupo control, el grupo en que se entrenó la equivalencia trató al clic y al ruido como si fueran más similares.

TABLA 8.2

Entrenamiento de equivalencia del estímulo con respuestas comunes



En el experimento anterior, la equivalencia se estableció asociando dos estímulos físicamente diferentes (ruido y clic) con un reforzador común (la comida). En este caso, la clase equivalente tenía dos miembros (el ruido y el clic). Podría haberse creado una clase equivalente emparejando otras señales con el resultado común de la comida. El factor crucial es asociar todos los elementos de un grupo de estímulos con un evento común, el cual puede ser un reforzador (como la comida), una respuesta común o un efecto de estímulo común (Deliuss, Jitsumori y Siemann, 2000).

La tabla 8.2 ilustra el diseño experimental que suele emplearse para entrenar las clases de equivalencia de estímulo a partir de la asociación de varias señales con una respuesta común (Urcuioli, 2006). Las letras A, B, C y D representan cuatro conjuntos diferentes de estímulos. Por ejemplo, el conjunto A puede constar de cuatro diseños arbitrarios, el conjunto B puede estar formado por otros cuatro diseños arbitrarios, etc. Durante el entrenamiento inicial se refuerza a los sujetos por emitir una respuesta (R_1) siempre que estén presentes los estímulos del conjunto A o el conjunto B. Se supone que realizar esta respuesta común lleva a los sujetos a tratar a los estímulos de A y B como *equivalentes*. Se lleva a cabo un procedimiento similar con los estímulos de los conjuntos C y D, pero en ese caso la respuesta común reforzada es R_2 . Una vez que los sujetos están bien entrenados con el problema discriminativo original (emitir de manera sistemática R_1 en los ensayos A y B y R_2 en los ensayos C y D), están listos para avanzar a la fase experimental de la reasignación.

Durante la fase de reasignación, los estímulos del conjunto A son entrenados con una nueva respuesta, R_3 , y los estímulos del conjunto C se entrenan con una nueva respuesta R_4 . Advierta que los estímulos de los grupos B y D no se presentan en la fase de entrenamiento de reasignación. Por consiguiente, si los estímulos del conjunto B se volvieron *equivalentes* a los del conjunto A durante el entrenamiento original, también deberían llegar a provocar la respuesta R_3 después del entrenamiento de reasignación. Siguiendo el mismo razonamiento, los estímulos del conjunto D deberían llegar a provocar la R_4 luego del entrenamiento de reasignación del conjunto C. Esas predicciones de la equivalencia del estímulo se someten a prueba en la última fase del experimento.

En numerosos estudios sobre el entrenamiento de equivalencia del estímulo con sujetos humanos y no humanos se han utilizado diseños experimentales como el presentado en la tabla 8.2 (Hall, 1991; Jitsumori, Shimada e Inoue, 2006; Smeets y Barnes-Holmes, 2005; Zentall y Smeets, 1996). La idea básica es que el



Cortesía de P. Urcuioli

P. Urcuioli

emparejamiento de diferentes estímulos con el mismo resultado crea *equivalencia funcional* entre esos estímulos, lo que tiene como resultado que los sujetos llegan a responder de manera similar a todas las señales de la clase de equivalencia.

Sidman y sus colaboradores (Sidman, 1990, 1994; 2000; Sidman y Tailby, 1982; Tierney y Bracken, 1998) propusieron una definición más formal de *equivalencia de clase*. Se dice que existe una equivalencia de clase si sus elementos poseen tres propiedades matemáticas: 1) reflexividad o igualdad, 2) simetría y 3) transitividad. Por ejemplo, considere una clase equivalente que consta de tres estímulos, A, B y C. La *reflexividad* o igualdad se refiere a la relación $A = A$, $B = B$ y $C = C$. Se dice que existe *simetría* si la relación es bidireccional. De este modo, por ejemplo, si A lleva a B ($A \rightarrow B$), entonces la simetría requiere que B lleve a A ($B \rightarrow A$). Por último, la *transitividad* se refiere a la integración de dos relaciones en una tercera. Por ejemplo, dadas las relaciones $A \rightarrow B$ y $B \rightarrow C$, la transitividad requiere que $A \rightarrow C$.

El concepto de equivalencia de clase ha resultado particularmente importante en los análisis del lenguaje. Por ejemplo, la palabra *manzana* deriva su significado del hecho de que la palabra se encuentra en una clase equivalente que incluye a otros elementos que llamamos *manzana*, como la fruta real y una fotografía o dibujo de una manzana. Esos estímulos físicamente diferentes tienen la propiedad de reflexividad (*manzana = manzana*). También tienen la propiedad de simetría. Si usted ha aprendido a decir la palabra *manzana* al ver la fotografía de una de esas frutas, también podrá elegir la fotografía si se le pide que identifique lo que significa *manzana*. Por último, esos elementos exhiben transitividad. Si aprendió que la palabra se refiere a la fotografía ($A \rightarrow B$), y que la fotografía se refiere al objeto físico de la manzana ($B \rightarrow C$), entonces será capaz de identificar el objeto (la manzana) cuando escuche la palabra ($A \rightarrow C$).

En general, a los individuos con excelentes habilidades verbales les resulta más fácil aprender las equivalencias de clases, y la capacidad para emplear etiquetas verbales facilita la formación de clases equivalentes (Randell y Remington, 1999, aun cuando la competencia lingüística no es esencial para la adquisición de clases equivalentes del estímulo (Carr, Wilkinson, Blackman y McIlvane, 2000), y el uso de etiquetas verbales no siempre resulta útil (por ejemplo, Carr y Blackman, 2001). Es probable que la capacidad para formar equivalencias de clase sea uno de los componentes o prerrequisitos de la habilidad verbal, pero todavía queda mucho por descubrir acerca de la forma en que dicho aprendizaje contribuye a los repertorios verbales complejos.

CLAVES CONTEXTUALES Y RELACIONES CONDICIONALES

Hasta aquí hemos hablado del control de la conducta por estímulos discretos, como un tono o una luz, que se presentan de manera individual o en combinación entre sí. Se dice que un estímulo es *discreto* si se presenta por un periodo breve, tiene un inicio y un final claros y es fácil de describir. Aunque los estudios con estímulos discretos han brindado mucha información acerca del control de la conducta instrumental por el estímulo, dichos estudios no cuentan toda la historia. Un análisis más exhaustivo de los estímulos experimentados por los organismos en el curso del condicionamiento instrumental indica que los estímulos discriminativos discretos ocurren en la presencia de claves contextuales de fondo. Las claves contextuales pueden ser características visuales, auditivas u olfativas

de la habitación o el lugar donde se presentan los estímulos discriminativos discretos. Investigaciones recientes indican que las claves contextuales pueden ofrecer una importante fuente adicional de control de la conducta aprendida.

Control por claves contextuales

Varios de los ejemplos del control ejercido por el estímulo descritos al inicio de este capítulo implicaban el control de la conducta por señales del contexto. Es más sencillo concentrarse en el estudio cuando se está en la biblioteca de la escuela que cuando se está en casa durante las vacaciones debido al control contextual de la conducta de estudio por parte de los estímulos experimentados en la biblioteca. Vitorear en un juego de fútbol, pero no durante un sermón en la iglesia, también ilustra el poder de las claves contextuales.

Las claves contextuales llegan a controlar la conducta de diversas formas (Balsam, 1985; Balsam y Tomie, 1985). Por ejemplo, en un estudio sobre el condicionamiento sexual, Akins (1998, experimento 1) utilizó claves contextuales como señal del reforzamiento sexual, de manera muy parecida a la forma en que podría usarse un EC discreto. Los sujetos fueron codornices macho domesticados y el aparato constaba de dos compartimentos grandes que eran claramente distintos. Uno de los compartimentos tenía arena en el piso, y las paredes y el techo estaban pintados de naranja. El otro compartimento tenía un piso de malla de alambre, y las paredes y el techo eran de color verde. Antes de empezar los ensayos de condicionamiento se permitió que los sujetos se desplazaran entre ambos compartimentos durante una prueba de preferencia de 10 minutos para determinar la línea base de su preferencia. El compartimento no preferido fue designado luego como EC. Los ensayos de condicionamiento consistían en colocar al sujeto durante cinco minutos en su contexto EC y darle acceso durante otros cinco minutos a una hembra sexualmente receptiva. Por consiguiente, los sujetos fueron expuestos al emparejamiento del contexto EC con el EI sexual. Los sujetos de un grupo control recibieron acceso a la hembra en sus jaulas hogar dos horas antes de ser expuestos al contexto EC; en su caso el EC y el EI no fueron emparejados.

Además de la prueba de preferencia realizada antes del inicio del condicionamiento, se realizaron pruebas después del quinto y el décimo ensayos de condicionamiento. Los resultados de esas pruebas se presentan en la figura 8.12. Observe que al inicio del experimento ambos grupos mostraron poca preferencia por el compartimento que funcionó como EC. Esta escasa preferencia persistió en el grupo control. En contraste, los sujetos para quienes el contexto EC se emparejó con el reforzamiento sexual llegaron a preferir ese contexto. Por consiguiente, la asociación de las claves contextuales con el reforzamiento sexual incrementó la preferencia por dichas señales.

Experimentos como el de Akins ilustran el hecho de que las claves contextuales pueden llegar a controlar la conducta si funcionan como una señal de un EI o un reforzador. Esta metodología es común en estudios sobre preferencia de lugar condicionada a una droga. La técnica de preferencia condicionada de lugar se utiliza para determinar si una droga tiene efectos reforzantes. Esta pregunta es de particular importancia en el desarrollo de nuevas drogas porque las que pueden condicionar una preferencia de lugar tienen el potencial de convertirse en drogas de abuso.

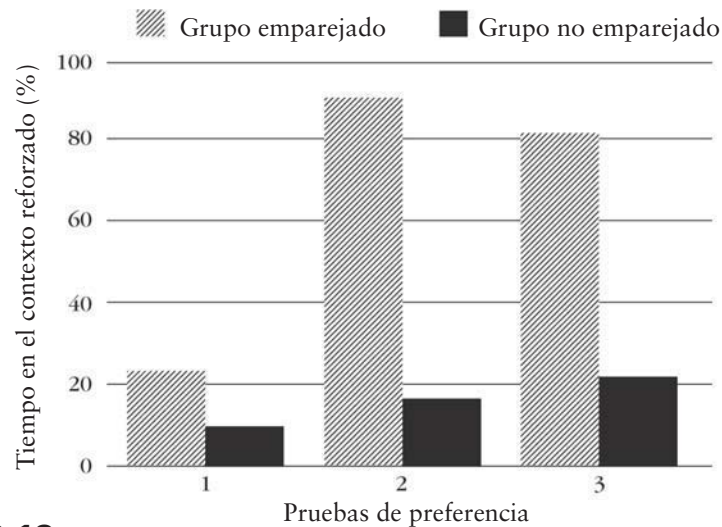


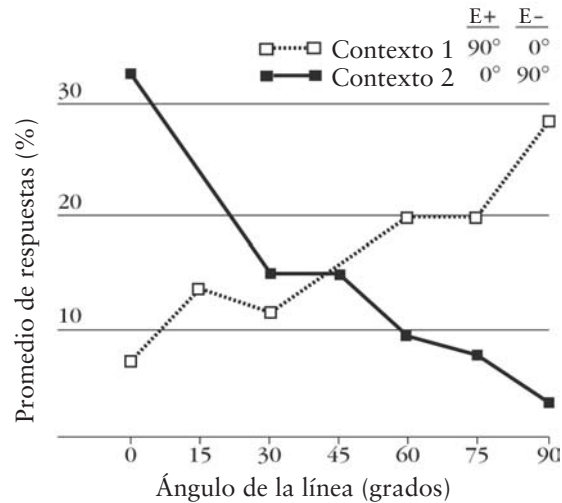
FIGURA 8.12

Desarrollo de una preferencia por un contexto distintivo emparejado (o no emparejado) con el reforzamiento sexual en codornices macho domesticadas. Se realizaron cinco ensayos de condicionamiento entre pruebas sucesivas para los sujetos en el grupo emparejado. (De "Context Excitation and Modulation of Conditioned Sexual Behavior", por C. K. Akins, *Animal Learning & Behavior*, Vol. 26, figura 1, p. 419. Derechos reservados, 1998, Psychonomic Society, Inc. Reproducido con autorización.)

De la misma manera que en el estudio de Akins, los participantes (que por lo regular son ratas o ratones de laboratorio) en un experimento de preferencia condicionada de lugar son familiarizados primero con dos contextos distintos; uno de los cuales es designado luego como el estímulo condicionado y se empareja con la administración de la droga en evaluación. Luego se prueba la preferencia de los sujetos entre los dos contextos para ver si ahora prefieren el contexto que se emparejó con la droga (Tzschentke, 2007). También es frecuente que los estudios de condicionamiento de temor empleen claves contextuales como EC (McNally y Westbrook, 2006). Esos tipos de experimentos nos hacen preguntarnos si las claves contextuales también llegan a controlar la conducta cuando no señalan reforzamiento, es decir, cuando en verdad son "estímulos de fondo" que el organismo no tiene la exigencia específica de atender. Esta es una de las preguntas fundamentales en el control de la conducta instrumental por el estímulo. Se le ha dedicado mucho trabajo y la respuesta es claramente *afirmativa*. Las claves contextuales no tienen que indicar reforzamiento para obtener control sobre la conducta.

Un experimento clásico de Thomas, McKelvie y Mah (1985) ilustra el control por claves contextuales que no están correlacionadas con la disponibilidad de reforzamiento. Thomas y sus colaboradores entrenaron primero a palomas con una discriminación de orientación de línea en que una línea vertical (90°) fungía como E+ y una línea horizontal (0°) era el E-. Las palomas eran reforzadas de manera periódica con comida por picotear en los ensayos con E+ y no eran reforzadas durante los ensayos con E-. El entrenamiento tuvo lugar en una caja de Skinner estándar (contexto 1), pero la disponibilidad del reforzamiento no era indicada por las claves contextuales sino por las señales de la orientación de la línea (90°/0°).

Después que la discriminación estaba bien aprendida, se cambiaron las claves contextuales de la cámara experimental modificando tanto la iluminación como

**FIGURA 8.13**

Gradientes de generalización obtenidos con diversos estímulos consistentes en ángulos de línea luego del entrenamiento en dos contextos diferentes. En el contexto 1, el estímulo de 90° sirvió como E+ y el estímulo de 0° fungió como E-. En el contexto 2, el estímulo de 0° fungió como E+ y el estímulo de 90° fue el E-. (De "Context as a Conditional Cue in Operant Discrimination Reversal Learning" de D. R. Thomas, A. R. McKelvie y W. L. Mah, 1985, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, pp. 317-330. Derechos reservados © 1985 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

el tipo de ruido de la misma. En presencia de esas nuevas claves contextuales (contexto 2) se invirtieron las contingencias del entrenamiento discriminativo. Ahora la línea horizontal (0°) era el E+ y la línea vertical (90°) fungía como E-. Advierta que no se requería específicamente que las palomas prestaran atención a las claves contextuales, sólo se les pidió que aprendieran un nuevo problema de discriminación. (Podían haber aprendido este nuevo problema sin haber cambiado las claves contextuales.)

Después de dominar el problema invertido, las aves fueron sometidas a pruebas de generalización en que se les presentaron líneas de diversas orientaciones entre 0° y 90°.

Una de esas pruebas de generalización fue realizada en el contexto 1 y la otra se efectuó en el contexto 2. Los resultados de esas pruebas se presentan en la figura 8.13. Considerablemente, la forma del gradiente de generalización en cada contexto fue apropiada al problema de discriminación que estaba en vigor en ese contexto. De este modo, en el contexto 1 las aves respondieron más ante el estímulo de 90°, que en ese contexto había fungido como E+, y menos ante el estímulo de 0°, que había sido el E-. En el contexto 2 el patrón de resultados fue el opuesto. Aquí, las palomas respondieron más ante el estímulo de 0° y menos ante el estímulo de 90°, lo cual era apropiado para la contingencia opuesta de discriminación que estuvo vigente en el contexto 2. (Üngör y Lachnit, 2006, obtuvieron un resultado similar en aprendizaje humano predictivo.)

Los hallazgos presentados en la figura 8.13 muestran con claridad que las claves contextuales pueden llegar a controlar la conducta instrumental. Los resultados también muestran que es posible el control por parte de los estímulos contextuales sin que un contexto tenga una asociación más fuerte con el reforzamiento que otro. Tanto en el contexto 1 como en el contexto 2, las palomas recibieron ensayos

reforzados (E+) y no reforzados (E-). Por consecuencia, un contexto no podía haberse convertido en mejor señal que el otro de la disponibilidad del reforzamiento (Hall y Honey, 1989; Honey, Willis y Hall, 1990; Swartzentruber, 1993).

¿Cómo llegaron los contextos 1 y 2 a producir diferentes tipos de respuesta?, ya que un contexto no era mejor señal para el reforzamiento que el otro, las asociaciones directas de cada contexto con la comida no pueden explicar los resultados; de ahí que debe estar involucrado un tipo diferente de mecanismo. Una posibilidad es que cada contexto activara una memoria distinta. El contexto 1 puede haber activado la memoria del reforzamiento con 90° y el no reforzamiento con 0° (90+/0-). En contraste, el contexto 2 activó la memoria del reforzamiento con 0° y del no reforzamiento con 90° (90-/0+). En lugar de asociarse con un estímulo particular, cada contexto llegó a activar una contingencia E+/E- diferente. Los sujetos aprendieron una **relación condicional**: si el contexto es 1, entonces 90+/0-; si el contexto es 2, entonces 90-/0+. La relación entre las orientaciones de la línea y el reforzamiento era condicional al contexto en que se encontraban los sujetos.

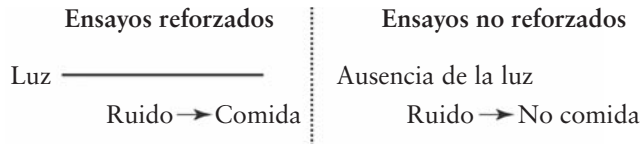
Control por relaciones condicionales

En gran parte de lo que hemos visto hasta ahora en el libro, hemos enfatizado relaciones que implican sólo dos eventos: un EC y un EI o una respuesta y un reforzador. Las relaciones entre dos eventos se denominan *relaciones binarias*. En ciertas circunstancias, la naturaleza de una relación binaria es determinada por un tercer evento, denominado **modulador**. En el experimento anterior de Thomas y sus colaboradores (1985), cada contexto era un modulador. Que un estímulo particular (en este caso, el ángulo de la línea) se asociara con el reforzamiento dependía de qué claves contextuales estaban presentes. La relación de un modulador con la relación binaria que señala se conoce como *relación condicional*. Muchos experimentos han indicado que los animales pueden aprender a usar moduladores para saber cuándo está en efecto una relación binaria particular (Holland, 1984, 1992; Schmajuk y Holland, 1998; Swartzentruber, 1995).

Ya hemos encontrado algunas relaciones condicionales sin haberlas identificado como tales. Un ejemplo es el entrenamiento discriminativo instrumental. En un procedimiento de discriminación instrumental, el organismo es reforzado por responder ante E+ pero no es reforzado si responde ante E-. Los estímulos discriminativos E+ y E- son moduladores que señalan la relación entre la respuesta y el reforzador. Durante E+ existe una relación entre respuesta y reforzador y durante E- existe una relación diferente (de no reforzamiento). Por consiguiente, los procedimientos de discriminación instrumental implican el control condicional de la relación entre la respuesta y el reforzador (Davidson, Aparicio y Rescorla, 1988; Goodall y Mackintosh, 1987; Holman y Mackintosh, 1981; Jenkins, 1977; Skinner, 1938).

Control condicional en el condicionamiento pavloviano

Las relaciones condicionales han sido estudiadas de manera exhaustiva con base en los procedimientos de condicionamiento pavloviano. El condicionamiento clásico por lo regular implica una relación binaria entre un EC y un EI. El EC puede ser una breve señal auditiva (ruido blanco) y el EI puede ser comida. Existe una relación fuerte entre el EC y el EI si la comida se presenta inmediatamente después que ocurre el EC, pero no en otros momentos. ¿Cómo podría establecerse control condicional sobre dicha relación EC-EI?

**FIGURA 8.14**

Procedimiento para establecer el control condicional del estímulo en el condicionamiento clásico. En los ensayos reforzados se presenta un estímulo luminoso (el modulador) y el EC (ruido) se empareja con comida. En los ensayos no reforzados el modulador está ausente y el EC (ruido) se presenta sin comida.

El establecimiento de una relación condicional requiere la introducción del tercer evento (el modulador) que indica el momento en el cual la presentación del EC auditivo terminará en comida. Por ejemplo, podría introducirse una luz en cuya presencia el breve EC auditivo sería seguido de la comida. En ausencia de la luz, las presentaciones del EC auditivo no serían reforzadas. El diagrama de este procedimiento se presenta en la figura 8.14. Igual que en los procedimientos de discriminación instrumental, se realizan ensayos reforzados y no reforzados. Durante los ensayos reforzados se enciende la luz por 15 segundos; 10 segundos después del inicio de la luz se presenta el ruido (EC) durante cinco segundos y es seguido de inmediato por la comida (EI). Durante los ensayos no reforzados, el ruido (EC) se presenta por sí solo y no termina con la presentación de la comida.

El procedimiento que se acaba de describir es similar a uno utilizado por Fetsko, Stebbins, Gallagher y Colwill (2005) en un estudio con ratones endogámicos. (Existe un gran interés en adaptar las técnicas de condicionamiento para usarlas con ratones, ya que eso permitiría estudiar los problemas del aprendizaje y la memoria en ratones producidos especialmente por ingeniería genética.) Se utilizó una luz como modulador en los ensayos reforzados y el EC objetivo era un ruido presentado durante cinco segundos. La comida se entregaba en un comedero incrustado en la pared de la cámara experimental. Un detector de infrarrojo registraba cada ocasión que el ratón metía la cabeza en el comedero. A medida que el ruido (EC) se asociaba con la comida, los ratones mostraban más entradas de la cabeza en el comedero durante el EC (en anticipación de la llegada de la bolita de comida). Esas introducciones anticipatorias de la cabeza fueron medidas como la respuesta condicionada.

Los resultados del experimento se presentan en la figura 8.15. Los ratones mostraron más entradas de la cabeza en el comedero durante el ruido (EC) cuando éste era presentado al final de la luz ($L \rightarrow R+$) que en los ensayos en que el ruido (EC) se presentaba solo ($R-$). El experimento también incluyó ensayos en que la luz se presentaba sola ($L-$). Los sujetos también mostraron bajos niveles de respuesta durante esos ensayos. Esos resultados demuestran que el modulador (L) facilitó la respuesta ante el ruido (EC), y que ocurría aun cuando el modulador no provocaba la respuesta por sí mismo. Así como un estímulo discriminativo facilita la conducta instrumental, el modulador facilitaba la respuesta provocada por el EC en el estudio de Fetsko y colaboradores.

La investigación sobre la modulación de la respuesta condicionada en el condicionamiento pavloviano fue iniciada por Peter Holland (Holland, 1985; Ross y Holland, 1981) y Robert Rescorla (Rescorla, 1985; Rescorla, Durlach y Grau, 1985). Holland decidió llamar *establecedor de la ocasión* al modulador, pues éste establece la ocasión para el reforzamiento del EC objetivo. Rescorla

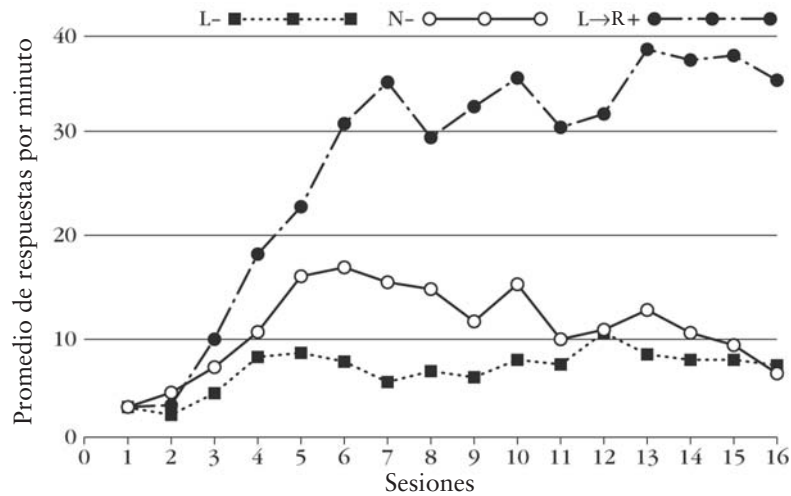


FIGURA 8.15

Entradas de la cabeza al comedero durante una luz y un ruido cuando esos estímulos se presentaban solos (L- y R-) sin comida y cuando el ruido se presentaba al final de un estímulo luminoso y se emparejaba con comida (L → R+). (Fetsko, Stebbins, Gallagher y Colwill, 2005.)

decidió llamar *facilitador* al modulador pavloviano, ya que facilita la respuesta ante el EC objetivo. Ambos términos, **establecimiento de la ocasión** y **facilitación**, han sido utilizados en revisiones posteriores de la modulación pavloviana.

Es interesante señalar que el procedimiento esbozado en la figura 8.14 es lo contrario al procedimiento estándar del condicionamiento inhibitorio (figura 3.9). Para convertir el procedimiento descrito en la figura 8.14 en uno que resulte en el condicionamiento de propiedades inhibitorias del ruido, todo lo que tiene que hacerse es invertir el tipo de ensayo que tiene la luz. En lugar de presentarla en los ensayos reforzados, la luz se presentaría en los ensayos no reforzados en un procedimiento de inhibición condicionada.

La presentación de la luz en los ensayos no reforzados convertiría a la luz en una señal para el no reforzamiento del ruido (EC), y podría convertirla en un inhibidor condicionado (capítulo 3). Este ejemplo muestra que el procedimiento para el condicionamiento pavloviano inhibitorio implica una relación condicional, tal como sucede con los procedimientos de establecimiento de la ocasión y de facilitación. Este argumento también sugiere que la inhibición condicionada puede ser el opuesto conceptual de la facilitación o establecimiento de la ocasión más que el contrario de la excitación condicionada (Rescorla, 1987, 1988).

Distinción entre excitación y modulación

El establecimiento de la ocasión es un aspecto importante del condicionamiento clásico, no sólo porque muestra que el condicionamiento clásico está sujeto al control condicional, sino también porque parece implicar un nuevo mecanismo de aprendizaje. Como se vio en el capítulo 4, los emparejamientos de un EC con un EI resultan en una asociación entre ambos eventos de modo que la presentación del EC llega a activar una representación del EI. Este tipo de aprendizaje es el condicionamiento de la excitación ante el EC. La modulación es diferente de la excitación condicionada.

Como muestran los resultados de la figura 8.15, el estímulo luminoso facilitó de manera eficaz la respuesta ante el ruido (EC) en los ensayos $L \rightarrow R+$, pero la luz por sí misma no provocaba respuesta en los ensayos $L-$ (Bouton y Swartzentruber, 1986; Puente, Cannon, Best y Carrell, 1988). Esto demuestra que un modulador no necesita tener propiedades excitatorias condicionadas. Realmente, el condicionamiento de propiedades excitatorias ante un estímulo no lo hace funcionar como modulador (Holland, 1985; Rescorla, 1985; Gewirtz, Brandon y Wagner, 1998; Swartzentruber, 1997).

La evidencia adicional en favor de una distinción entre modulación y excitación condicionada se basa en los efectos de los procedimientos de extinción. La *extinción* se refiere a un procedimiento en que un estímulo, previamente condicionado, se presenta de manera repetida, pero ahora sin el EI. Describiremos la extinción con mayor detalle en el capítulo 9. El resultado típico de la extinción es la disminución de la respuesta condicionada. Curiosamente, el mismo procedimiento (presentaciones repetidas no reforzadas del estímulo) llevado a cabo con un establecedor de la ocasión a menudo no tiene efecto. Una vez que un estímulo se ha convertido en un establecedor de la ocasión para una relación EC-EI, las presentaciones repetidas del estímulo por sí solo por lo regular no reducen su capacidad para facilitar la respuesta condicionada al EC (Holland, 1989a; Rescorla, 1985).

La diferencia en los efectos de un procedimiento de extinción sobre los estímulos condicionados excitatorios y los establecedores de la ocasión se relaciona con lo ya señalado. Un estímulo condicionado excitatorio señala la presentación inminente del EI. La ausencia del EI luego de la presentación del EC durante extinción es una violación de esa expectativa. Por consecuencia, el valor del EC como señal tiene que ser reajustado en extinción para adecuarlo a la nueva realidad. En contraste, un establecedor de la ocasión señala una relación entre un EC y un EI. La ausencia del EI cuando el establecedor de la ocasión se presenta solo no significa que la relación entre el EC objetivo y el EI haya cambiado. La información señalada por un establecedor de la ocasión no es invalidada por la presentación del modulador por sí solo durante la extinción. Por consiguiente, la capacidad del modulador para apoyar la respuesta provocada por otro EC permanece intacta durante la extinción. Sin embargo, la eficacia de un modulador es reducida si se altera la relación EC-EI señalada por el modulador (Rescorla, 1986).

Modulación frente a condicionamiento configuracional

No todos los procedimientos de discriminación condicional del tipo mostrado en la figura 8.14 resultan en el aprendizaje de una relación condicional entre los estímulos involucrados. En los ensayos reforzados en este procedimiento se presentaba un estímulo condicionado compuesto consistente en la luz y el ruido. Como se mencionó antes, los organismos pueden responder a un estímulo compuesto sea en términos de los elementos que lo conforman o en términos de la configuración estímulo única, producida por los elementos. Para que la luz sirva como señal de que el ruido será emparejado con comida, las señales de la luz y el ruido deben tratarse como eventos independientes más que como una señal configuracional combinada (Holland, 1992).

Para alentar a los organismos a tratar los estímulos compuestos como si constaran de elementos independientes, los investigadores han presentado los elementos uno detrás del otro en lugar de hacerlo de manera simultánea, en lo que se conoce

como *compuesto serial*. En los ensayos reforzados, por lo general se presenta primero el establecedor de la ocasión, seguido del EC objetivo y del reforzamiento. De esta forma fue que se diseñó el procedimiento de la figura 8.14. La luz empezó 10 segundos antes del ruido en cada ensayo reforzado. En muchos de sus experimentos sobre el establecimiento de la ocasión, Holland insertó incluso un intervalo de cinco segundos entre el modulador y el EC objetivo. Dicho procedimiento desalienta la percepción de una configuración estímulo basada en el establecedor de la ocasión y el EC objetivo. Holland y sus colaboradores han informado que los organismos responden a discriminaciones condicionales que involucran compuestos seriales en términos de relaciones condicionales. En contraste, si el modulador y el EC objetivo se presentan al mismo tiempo, quizá no puedan observarse los efectos modulatorios (Holland, 1986, 1989a, 1991; Ross y Holland, 1981).

COMENTARIOS FINALES

El control del estímulo se refiere a la precisión con que se ajusta la conducta de un organismo a características específicas del ambiente. Por lo tanto, los temas concernientes al control de la conducta por el estímulo son cruciales para poder entender la forma en que un organismo interactúa con su entorno. El control del estímulo se mide en términos de lo agudo de los gradientes de generalización. Un gradiente de generalización agudo indica que pequeñas variaciones en un estímulo producen grandes diferencias en la respuesta. Un control débil del estímulo es indicado por los gradientes de generalización planos.

El grado de control del estímulo es determinado por numerosos factores, entre los que se cuentan la capacidad sensorial y la orientación sensorial del organismo, la notoriedad relativa de otras señales en la situación, el tipo de reforzamiento empleado y el tipo de respuesta requerida para el reforzamiento. Un hecho importante es que el control del estímulo también es función del aprendizaje. El entrenamiento discriminativo incrementa el control de la conducta por el estímulo, sea que dicho entrenamiento involucre estímulos que difieren en varios aspectos (discriminación interdimensional) o estímulos que sólo difieren en un aspecto (discriminación intradimensional). El entrenamiento discriminativo intradimensional produce un control más preciso del estímulo y puede dar lugar al resultado contraintuitivo de que el pico de la respuesta se aleje del estímulo reforzado. Lo contrario al entrenamiento discriminativo es el entrenamiento de equivalencia, que incrementa la generalización de la conducta a una variedad de estímulos físicamente diferentes, pues todos esos estímulos tienen funciones similares.

No sólo los estímulos discretos, sino también las claves contextuales del fondo pueden llegar a controlar la conducta. Además, el control del estímulo por las señales del contexto puede desarrollarse incluso si no se requiere prestar atención a las señales del contexto para optimizar el reforzamiento. Por último, la conducta puede quedar bajo el control de las relaciones condicionales entre estímulos.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa la relación entre discriminación y generalización del estímulo.
2. Detalle el fenómeno de ensombrecimiento y la manera en que éste puede ser explicado por los enfoques elemental y configuracional del control del estímulo.

3. Relate la forma en que lo agudo de un gradiente de generalización puede modificarse por la experiencia y el aprendizaje.
4. Defina la diferencia entre entrenamiento discriminativo intradimensional e interdimensional.
5. Explique el efecto de cambio de pico y sus determinantes.
6. Compare la excitación condicionada y las propiedades modulatorias o establecedoras de la ocasión de los estímulos.

TÉRMINOS CLAVE

discriminación del estímulo Respuesta diferencial en presencia de dos o más estímulos.

discriminación intradimensional Discriminación entre estímulos que difieren sólo en términos del valor de una característica del estímulo, como el color, brillo o frecuencia tonal.

efecto de cambio de pico En un gradiente de generalización, desplazamiento de la tasa más alta de respuesta lejos del E+ y en dirección opuesta del E-.

enfoque de claves de configuración Aproximación al análisis del control del estímulo que supone que los organismos responden a un estímulo compuesto como un todo integral y no como un conjunto de elementos separados e independientes del estímulo. (Compare con el *enfoque de los elementos del estímulo*.)

enfoque de los elementos del estímulo Aproximación al análisis del control por estímulos compuestos que supone que los participantes responden a un estímulo compuesto en términos de los elementos del estímulo que constituyen el compuesto. (Compare con *claves de configuración*.)

ensombrecimiento Interferencia con el condicionamiento de un estímulo debido a la presencia simultánea de otro estímulo que es más fácil de condicionar.

equivalencia del estímulo Respuesta a estímulos físicamente distintos como si fueran iguales debido a experiencias previas comunes con los estímulos.

establecimiento de la ocasión Lo mismo que *facilitación*.

estímulo discriminativo Estímulo que controla el desempeño de la conducta instrumental porque señala la disponibilidad (o no disponibilidad) del reforzamiento.

facilitación Procedimiento en que una señal designa el momento en el cual otra señal será reforzada. Se denomina también *establecimiento de la ocasión*.

generalización del estímulo Respuesta a los estímulos de prueba que son diferentes de las señales que estuvieron presentes durante el entrenamiento.

gradiente de generalización del estímulo Gradiente de respuesta que se observa si se prueba a los participantes con estímulos que difieren cada vez más del estímulo que estuvo presente durante el entrenamiento. (Vea también *gradiente de generalización excitatoria* y *gradiente de generalización inhibitoria*.)

gradiente de generalización excitatoria Gradiente de respuesta que se observa cuando los organismos son probados con el E+ de un procedimiento de discriminación y con estímulos que difieren cada vez más del E+. Por lo general, el nivel más alto de respuesta ocurre ante estímulos similares al E+; la respuesta disminuye progresivamente ante estímulos que difieren cada vez más del E+. Por consiguiente, el gradiente tiene una forma de U invertida.

gradiente de generalización inhibitoria Gradiente de respuesta observado cuando los organismos son probados con el E- de un procedimiento de discriminación y con estímulos que difieren cada vez más del E-. El nivel más bajo de respuesta ocurre ante estímulos similares al E-; la respuesta aumenta progresivamente ante estímulos que difieren cada vez más del E-. Por consiguiente, el gradiente tiene una forma de U.

modulador Estímulo que señala la relación entre otros dos eventos. La naturaleza de una relación binaria puede ser determinada por un tercer evento, denominado un *modulador*.

procedimiento de discriminación del estímulo (en el condicionamiento clásico) Procedimiento de condicionamiento clásico en el cual un estímulo (el EC+) es emparejado con el estímulo incondicionado en algunos ensayos y en otros ensayos se presenta otro estímulo (el EC-) sin el estímulo incondicionado. Como resultado de este procedimiento, el EC+ llega a provocar una respuesta condicionada y el EC- llega a inhibir esta respuesta.

procedimiento de discriminación del estímulo (en el condicionamiento instrumental) Procedimiento en el cual el reforzamiento por responder está disponible siempre que está presente un estímulo (el E+ o E^D) y no está disponible cada vez que está presente otro estímulo (el E- o E^A).

programa de reforzamiento múltiple Procedimiento en el cual diferentes programas de reforzamiento están en vigor en presencia de diversos estímulos presentados en sucesión. Por lo general, cada estímulo llega a provocar un patrón de respuesta que corresponde al programa de reforzamiento que esté en efecto durante la presencia de ese estímulo.

relación condicional Relación en la cual la importancia de un estímulo o evento depende del estado de otro estímulo.

Extinción de la conducta condicionada

Efectos de los procedimientos de extinción

La extinción y el aprendizaje original

Recuperación espontánea
Renovación del condicionamiento excitatorio original
Restablecimiento de la excitación condicionada
Retención del conocimiento sobre el reforzador

Optimización de la extinción

Número y espaciamiento de los ensayos de extinción
Reducción de la recuperación espontánea

Disminución de la renovación
Estímulos compuestos de extinción

¿Qué se aprende en extinción?

Asociaciones inhibitorias E-R
Efectos paradójicos de la recompensa
Mecanismos del efecto del reforzamiento parcial en la extinción

Resistencia al cambio y momento conductual

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO
TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

Este capítulo implica una separación con los capítulos anteriores, pues, por primera vez, la revisión está enfocada en los procedimientos que producen una disminución en la respuesta. La extinción sólo puede llevarse a cabo después de haber establecido una respuesta o asociación por medio del condicionamiento pavloviano o instrumental. Con frecuencia la meta es revertir los efectos de la adquisición. Sin embargo, rara vez se logra una verdadera reversión de la adquisición y hasta puede ser imposible. Los fenómenos de la recuperación espontánea, renovación y restablecimiento legitiman el hecho de que la extinción no borra lo que se aprendió originalmente. La evidencia adicional indica que las asociaciones E-C y R-C sobreviven a los procedimientos de extinción. En lugar de borrar el viejo aprendizaje, la extinción parece involucrar el nuevo aprendizaje de una asociación inhibitoria E-R. La inhibición surge de los efectos frustrantes de la inesperada ausencia de la recompensa. La frustración producida por la falta de recompensa es la responsable de una serie de efectos paradójicos de la recompensa, incluido el efecto del reforzamiento parcial en la extinción. El reforzamiento intermitente o parcial permite que los organismos aprendan acerca de la falta de recompensa de formas que los inmunizan contra los efectos de la extinción. Ese tipo de resistencia al cambio es también el tema de estudios del momento conductual que son descritos al final del capítulo.

Hasta aquí, nuestra revisión del condicionamiento clásico e instrumental se ha centrado en varios aspectos de la adquisición y mantenimiento de nuevas asociaciones y nuevas respuestas. Los mecanismos de aprendizaje son útiles, ya que las nuevas respuestas adquiridas fomentan los ajustes a un ambiente cambiante; pero los cambios en el ambiente también pueden favorecer la pérdida de la conducta condicionada conforme se modifican las circunstancias de la vida. No muchos programas de reforzamiento permanecen en efecto para siempre. Las respuestas que tienen éxito en cierto punto posteriormente pueden dejar de tenerlo. Los niños son elogiados en el parvulario por dibujar representaciones burdas de la gente y los objetos; no obstante ese tipo de dibujo no es reforzado si fue hecho por un estudiante de preparatoria. El salir con una pareja puede ser algo muy placentero y recompensante, pero deja de serlo cuando esa persona se enamora de alguien más.

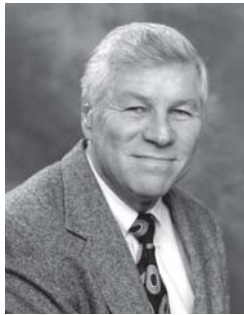
La adquisición de la conducta condicionada implica procedimientos en los que ocurre un resultado reforzante. En el condicionamiento pavloviano, el resultado o estímulo incondicionado se presenta como consecuencia del estímulo condicionado. En el condicionamiento instrumental, el resultado reforzante se presenta como consecuencia de la respuesta instrumental. La **extinción** implica omitir el EI o reforzador. En el condicionamiento clásico la extinción supone las presentaciones repetidas del EC por sí solo. En el condicionamiento instrumental, la extinción implica que deja de presentarse el reforzador como consecuencia de la respuesta instrumental. La respuesta condicionada disminuye con ambos tipos de procedimiento. Por consiguiente, el cambio conductual que ocurre en la

extinción es lo contrario de lo que se observó en la adquisición. Con base en ello, la extinción parece ser lo opuesto de la adquisición. De hecho, esa es la forma en que se ha descrito a la extinción en las teorías tradicionales del aprendizaje, como el modelo de Rescorla y Wagner (capítulo 4). Sin embargo, como demuestra la evidencia descrita en este capítulo, esta visión de la extinción es incorrecta.

Es importante hacer notar que la pérdida de la conducta condicionada que ocurre como resultado de la extinción no es lo mismo que la pérdida de la respuesta que puede ocurrir a causa del **olvido**. La extinción es un proceso activo producido por la ausencia inesperada del EI o el reforzador. En contraste, el olvido es la disminución de la respuesta que puede ocurrir por el simple paso del tiempo y que no requiere de encuentros no reforzados con el EC o la respuesta instrumental.

La extinción es en la actualidad una de las áreas más dinámicas de investigación del aprendizaje. Las investigaciones conductuales de la extinción se realizan con paradigmas de condicionamiento tanto apetitivo como aversivo o de temor (Bouton y Woods, 2008; Delamater, 2004; Rescorla, 2001a). La extinción también está siendo estudiada a nivel de las estructuras cerebrales, los sistemas de neurotransmisores y los mecanismos celulares y genéticos. Se han hecho progresos impresionantes en la neurociencia y la neurobiología de la extinción, sobre todo en el caso del temor condicionado (Barad, 2006; Barad y Cain, 2007; Myers y Davis, 2007; Quirk, Milad, Santini y Lebrón, 2007). Como advirtieron Myers y Davis (2007): “Gracias a la disponibilidad de paradigmas de temor estudiados de manera exhaustiva, cuyos circuitos neurales subyacentes se conocen bien, los trabajos publicados sobre la extinción del temor han aumentado a una velocidad increíble” (p. 143).

La extinción es también una de las áreas álgidas para la investigación aplicada que pretende mejorar la práctica clínica basada en los hallazgos del laboratorio (Bouton y Nelson, 1998; Vansteenwegen *et al.*, 2006). La fobia social, el miedo a volar, la claustrofobia y otras fobias y temores patológicos por lo general son tratados con alguna forma de terapia de exposición (Craske y Mystkowski, 2006). En esencia, la terapia de exposición es un procedimiento de extinción en que los participantes son expuestos a señales que provocan temor en ausencia del EI aversivo. La exposición al estímulo temido real es la forma adecuada de realizar la terapia de exposición, aun cuando muchas veces no es práctica. Hacer que los clientes se imaginen en la situación temida puede ser útil. No obstante, con el uso de las técnicas de realidad virtual ahora es posible una exposición más vívida y realista (Rothbaum *et al.*, 2000; Rothbaum *et al.*, 2001). La terapia de exposición también es empleada en el tratamiento de la dependencia a las drogas, con el propósito de extinguir las señales asociadas con la conducta de consumo de la droga. La consideración más cuidadosa de los trabajos pertinentes de la investigación básica promete mejorar de manera considerable la eficacia de la terapia de exposición en esta área (Conklin y Tiffany, 2002).



Cortesía de M. Davis

M. Davis

EFFECTOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EXTINCIÓN

¿Qué haría usted si de manera inesperada no lograra abrir la puerta de su departamento con la llave? Es posible que después del primer intento no se diera por vencido sino que lo intentaría varias veces más, moviendo tal vez la llave de diferentes maneras en cada ocasión. Pero, si ninguna de esas variantes de la respuesta funcionara, a la larga dejaría de intentarlo. Esto expone dos efectos

conductuales básicos de la extinción. El más evidente es el que la respuesta objetivo disminuye cuando ya no obtiene reforzamiento. Este es el efecto conductual principal de la extinción y el resultado que más ha ocupado la atención de los científicos. Las investigaciones de la extinción se han interesado en la rapidez con la cual disminuye la respuesta y el tiempo que dura la supresión de la misma. Si la llave de su departamento ya no abre la puerta, usted dejará de intentarlo. Sin embargo, advierta que antes de darse por vencido del todo, es probable que manipule la llave de formas distintas en un esfuerzo por hacerla funcionar. Esto ilustra el segundo efecto conductual básico de la extinción, a saber, que incrementa la variabilidad de la respuesta, por lo menos al principio.

Los dos efectos conductuales básicos de la extinción están bien ilustrados en un experimento en el que se utilizaron dos grupos de ratas de laboratorio (Neuringer, Kornell y Olufs, 2001). El aparato y el procedimiento fueron preparados para facilitar la medición de la variabilidad de la respuesta. La cámara experimental tenía dos palancas sobre una pared y una tecla redonda sobre la pared opuesta. Durante la fase de reforzamiento, las ratas tenían que emitir tres respuestas en sucesión para obtener una pella de comida. Por ejemplo, podían presionar la palanca izquierda tres veces (III), presionar una vez cada palanca y la tecla (DIT) o presionar dos veces la palanca izquierda y una vez la tecla (IIT). Un grupo fue reforzado por variar sus secuencias de respuestas (grupo de variación), en este caso los sujetos recibían comida en un ensayo sólo si la secuencia de respuestas emitidas era diferente de las que se habían realizado en ensayos anteriores. También se requería que cada sujeto del segundo grupo emitiera tres respuestas para ser reforzado, pero en su caso no se estableció el requisito de variar la forma en que lo lograban (grupo acoplado). Después que la respuesta había sido bien establecida por las contingencias de reforzamiento en ambos grupos, los sujetos fueron cambiados a un procedimiento de extinción en el cual ya no obtenían comida sin importar lo que hicieran.

La figura 9.1 muestra los resultados del experimento en las cuatro últimas sesiones de la fase de reforzamiento y las primeras cuatro sesiones de la fase de extinción. El panel izquierdo representa la variabilidad de las secuencias de respuesta realizadas por cada grupo; el panel derecho representa las tasas de respuesta. Observe que el reforzamiento produjo la diferencia esperada entre ambos grupos en términos de la variabilidad de sus secuencias de respuesta. Los sujetos reforzados por variar sus respuestas (grupo de variación) mostraron mucha más variabilidad que los sujetos que no tenían que mostrar variabilidad en su conducta (grupo acoplado). El segundo grupo respondió más rápido, quizá porque los sujetos no tenían que moverse con tanta frecuencia de uno manipulando a otro.

La extinción produjo una disminución en la tasa de respuesta de ambos grupos (panel derecho de la figura 9.1). Curiosamente, esta disminución de la respuesta ocurrió ante el incremento en la variabilidad de las secuencias de respuesta realizadas por los sujetos (panel izquierdo de la figura 9.1). Ambos grupos mostraron un incremento significativo en la variabilidad de las secuencias de respuesta que realizaron durante la fase de extinción. El incremento en la variabilidad de la respuesta fue evidente durante la primera sesión de extinción y aumentó en las sesiones posteriores. Por consiguiente, la extinción produjo una disminución en el número de secuencias de respuesta completadas por los sujetos, pero incrementó la variabilidad de esas secuencias (Gharib, Derby y Roberts, 2001).

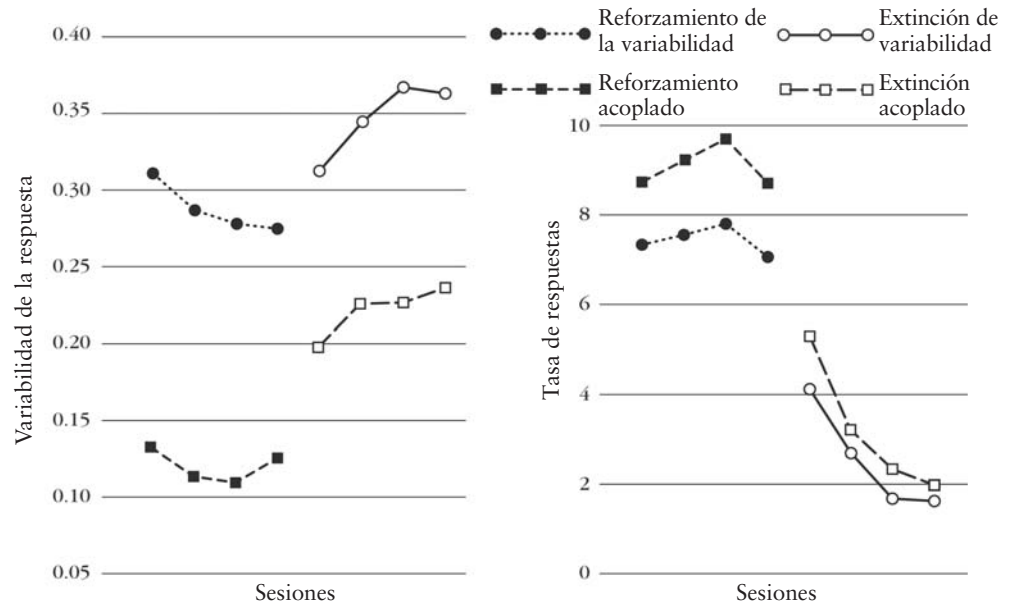


FIGURA 9.1

Efectos de la extinción sobre la variabilidad de la respuesta (panel izquierdo) y sobre las tasas de respuesta (panel derecho) de ratas que debían realizar secuencias variables de respuesta para obtener el reforzamiento (grupo de variación) o que recibían el reforzamiento sin importar su secuencia de respuesta (grupo acoplado). Los símbolos negros representan las últimas cuatro sesiones de la fase de reforzamiento; los blancos representan las primeras cuatro sesiones de la fase de extinción. (La variabilidad de la respuesta se midió en términos de la probabilidad de cumplir el criterio de variabilidad. La tasa de respuesta se midió en términos del número de secuencias de tres respuestas que se completaron por minuto.)

(Neuringer *et al.*, (2001). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, figura 4, p. 84. Derechos reservados © 2001 por la American Psychology Association. Reproducido con autorización.)

Otro hallazgo interesante de este experimento fue el incremento en la variabilidad de la respuesta, el cual ocurrió durante la extinción y no se dio a costa de que los sujetos repitieran las secuencias de respuesta que habían realizado durante la fase de reforzamiento. Las secuencias de respuesta que era altamente probable que ocurriesen durante la fase de reforzamiento continuaron ocurriendo durante la extinción. Pero fueron complementadas con secuencias que rara vez habían sido intentadas antes por los sujetos. Por consiguiente, la extinción disminuyó la tasa de respuesta e incrementó su variabilidad, pero no alteró de otro modo la estructura básica de la conducta instrumental (Machado y Cevik, 1998; Schwartz, 1981; Ohyama, Gibbon, Deich y Balsam, 1999, ofrecen evidencia similar en el condicionamiento pavloviano).

Además de los efectos conductuales mostrados en la figura 9.1, los procedimientos de extinción también suelen producir fuertes efectos emocionales (Amsel, 1992; Papini, 2003). Si un organismo se ha acostumbrado a recibir reforzamiento por cierta respuesta particular, puede molestarse cuando el reforzamiento deja de entregarse. La reacción emocional inducida por la retirada de un reforzador esperado se denomina **frustración**. La frustrante ausencia de la recompensa activa la conducta (Dudley y Papini, 1995, 1997; Thomas y Papini, 2001). En ciertas condiciones, la frustración puede ser lo bastante intensa para inducir agresión.



Cortesía de M. R. Papini

M. R. Papini

Cuando una máquina expendedora se descompone y deja de entregar los dulces esperados, es probable que se moleste y aporree y patee la máquina. Si su novio la invita a pasear todos los sábados por la noche, seguramente se sentirá muy molesta si él la llama el sábado al mediodía para cancelar inesperadamente la cita.

La agresión por frustración inducida por la extinción es demostrada de manera espectacular en experimentos en los que se coloca a dos animales (por ejemplo, palomas) en la misma caja de Skinner (Azrin, Hutchinson y Hake, 1966). Al inicio, una de las palomas es reforzada por picotear una tecla, mientras que la otra se mantiene sujeta en una esquina de la cámara experimental. El ave que picotea la tecla ignora al otro siempre que su picoteo sea reforzado con comida, pero cuando se introduce la extinción y cesa el reforzamiento, es probable que el ave que antes era recompensada ataque a su inocente compañera. La agresión también ocurre si se coloca en la caja de Skinner un modelo de juguete en lugar de un ave verdadero. La agresión inducida por la extinción ha sido observada en estudios con palomas, ratas y personas (Lewis, Alessandri y Sullivan, 1990; Nation y Cooney, 1982; Tomie, Carelli y Wagner, 1993), y puede ser un problema cuando se utiliza extinción en la terapia conductual (Lerman, Iwata y Wallace, 1999).

RECUADRO 9.1

La síntesis de proteína es necesaria para la consolidación (y reconsolidación) de las memorias

El proceso de formación de una memoria de largo plazo se conoce como **consolidación**. La investigación ha demostrado que en una gran variedad de paradigmas conductuales, la consolidación de la memoria depende de la síntesis de proteínas (Hernández y Abel, 2008). Por ejemplo, como vimos en el capítulo 3, el emparejamiento de un tono con una descarga eléctrica suave confiere al tono la capacidad de provocar el congelamiento condicionado en ratas de laboratorio: una respuesta condicionada pavloviana (RC) que indica temor. Comúnmente, el congelamiento condicionado se recuerda durante meses posteriores al entrenamiento. No obstante, si antes de los emparejamientos entre tono y descarga se administra a los sujetos un fármaco que inhibe la síntesis de proteínas (por ejemplo, anisomicina), éstos no recuerdan el condicionamiento del temor, sino que muestran amnesia. Otras investigaciones han demostrado que la síntesis requerida de las proteínas ocurre en el curso de una o dos horas posteriores al entre-

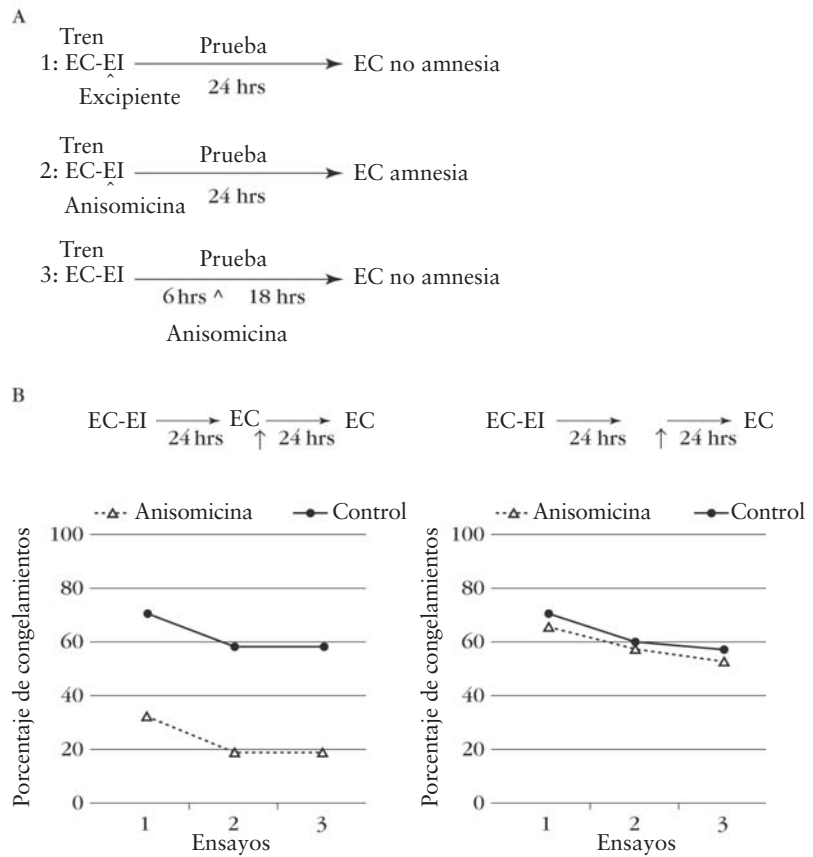
namiento; si la síntesis de proteínas se inhibe entre cuatro y seis horas después del entrenamiento, esto tiene poco efecto sobre la memoria de largo plazo (figura 9.2), así como también se han obtenido efectos similares con otros paradigmas de aprendizaje (Hernández y Abel, 2008).

El hecho de que la inhibición de la síntesis de proteínas, seis horas después del entrenamiento, suela tener poco efecto sobre la retención de largo plazo es importante, pues los fármacos como la anisomicina tienen una amplia variedad de efectos e impacto en la función celular de todo el cuerpo. Esos efectos secundarios del tratamiento con el fármaco podrían interrumpir de manera indirecta la expresión de la respuesta condicionada, dando lugar a la conclusión equivocada de que se requiere la síntesis de las proteínas para la memoria. Además, podría requerirse mucho tiempo para que las consecuencias fisiológicas del tratamiento con el fármaco disminuyan y tuviesen impacto en la expresión de la RC en el momento de la prueba.

Si ninguna de esas alternativas está en operación, demorar la inyección de la anisomicina debería (probablemente) producir mayor pérdida de memoria, pues dicha demora disminuye el intervalo entre el tratamiento con el fármaco y la prueba (figura 9.2). No obstante, lo que se observa es lo contrario (Hernández y Abel, 2008). En una variedad de paradigmas conductuales de aprendizaje, la aplicación de anisomicina, poco después del entrenamiento, interrumpe el recuerdo del condicionamiento, mientras que el tratamiento demorado con el fármaco tiene poco efecto. Esto sugiere que el fármaco tiene un impacto temporalmente limitado y que afecta la memoria, ya que interfiere con los mecanismos que subyacen a la consolidación.

Los investigadores también han obtenido evidencia en cuanto a que la anisomicina tiene impacto selectivo en los procesos involucrados en el aprendizaje y la memoria si el fármaco se inyecta específicamente en las regiones del cerebro que se sabe intervienen

(continúa)

RECUADRO 9.1 (continuación)**FIGURA 9.2**

A) Los sujetos (1: excipiente) que recibieron un estímulo condicionado (EC) emparejado con un estímulo incondicionado (EI) exhibían una respuesta condicionada al EC cuando éste se presentaba 24 horas más tarde. Los sujetos (2: anisomicina inmediata) tratados con anisomicina (el inhibidor de la síntesis de proteínas) poco después del entrenamiento no exhibieron una respuesta condicionada al EC cuando éste se presentaba 24 horas más tarde. Si el tratamiento con el fármaco se demoraba por seis horas (3: anisomicina demorada), la anisomicina tenía poco efecto. B) El panel izquierdo ilustra la respuesta condicionada de congelamiento en ratas que recibieron una sola presentación del EC 24 horas después del entrenamiento, seguido del tratamiento con el fármaco. Cuando el EC era presentado al siguiente día, las ratas que habían recibido anisomicina exhibían amnesia. El tratamiento con el fármaco no tuvo efecto cuando se omitía el EC recordatorio (panel derecho). (Nader *et al.*, 2000.)

en la retención a largo plazo de la RC. Como se describe en el recuadro 10.1, el condicionamiento del temor depende de la región basolateral de la amígdala. La microinyección en la región basolateral de la amígdala de un inhibidor de la síntesis de proteínas interrumpe la consolidación de la manera usual dependiente del tiempo (Scha-

fe y LeDoux, 2000). Es decir, la mayor interrupción ocurre cuando la inyección se aplica poco después del entrenamiento, y el efecto disminuye si la inyección se aplica seis horas después. Mediante el uso de técnicas farmacológicas y genéticas, que se enfocan en los procesos de traducción y transcripción, se ha obtenido evidencia adicional so-

bre la importancia fundamental de la expresión de los genes y la síntesis de proteínas (Hernández y Abel, 2008).

Los investigadores han aplicado esas mismas manipulaciones para explorar si la extinción requiere la síntesis de proteínas y, en general, se han obtenido resultados análogos (Myers y Davis, 2007). Los sujetos que pasan

(continúa)

RECUADRO 9.1 (continuación)

Foto de Quentin Huys,
cortesía de J. E. LeDoux



J. E. LeDoux

por un tratamiento de extinción, en presencia del inhibidor de la síntesis de proteínas, más tarde muestran una RC sólida, como si no hubiese ocurrido el tratamiento de extinción. También en este caso, si el fármaco se aplicaba horas después del tratamiento de extinción, por lo general tenía poco efecto.

Curiosamente, la presentación no reforzada de un EC previamente entrenado no siempre debilita la respuesta condicionada. Este efecto fue correctamente expuesto en una serie de experimentos realizados por LeDoux y sus colaboradores (Nader, Schafe y LeDoux, 2000), quienes usaron un paradigma pavloviano para someter a sus ratas a una sola presentación de un tono emparejado con una descarga suave. Al siguiente día los animales recibieron una sola exposición al tono (figura 9.2). La re-exposición a la señal entrenada previamente activa la memoria del episodio anterior de entrenamiento y, durante la presentación de este recordatorio, la memoria puede encontrarse en un periodo especialmente lábil (lo que la hace susceptible a ser afectada). En apoyo de esto, la presentación de un evento inductor de amnesia (como una descarga electroconvulsiva), poco después del trata-

miento con el recordatorio, debilita la retención de la respuesta previamente aprendida (Misani, Miller y Lewis, 1968). Esos resultados indican que una vez que una memoria ha sido recuperada, tiene que ser *reconsolidada* para su retención posterior. Si este proceso de reconsolidación se interrumpe, la memoria anterior puede ser borrada.

LeDoux y sus colaboradores pusieron la hipótesis de que el proceso de re-consolidación depende de la síntesis de proteínas. Para explorar esta posibilidad, microinyectaron anisomicina en la región basolateral de la amígdala inmediatamente después que los sujetos recibían la señal recordatoria (figura 9.2). Otras ratas recibieron el excipiente de la droga después de la señal recordatoria o recibieron los tratamientos con la droga por sí sola (sin la señal recordatoria). Al siguiente día se probó a las ratas con el EC. Los sujetos que no habían recibido el tratamiento con el recordatorio exhibieron una RC sólida, hubiesen recibido o no la anisomicina. En contraste, las ratas que recibieron anisomicina, después del tratamiento con el recordatorio, mostraron una amnesia profunda. Esto no se debió a la presentación del EC solo (extinción), ya que las ratas que habían recibido el recordatorio seguido por el excipiente mostraron una RC normal. Esas observaciones sugieren que la nueva exposición al EC pone a la memoria en un estado lábil y que, durante este periodo, se necesita una nueva ronda de síntesis de proteínas para mantener la memoria.

Otros trabajos han demostrado que la reconsolidación se interrumpe cuando se aplica el fármaco poco después del entrenamiento, pero no cuando se

administra seis horas más tarde (Nader *et al.*, 2000). Además, al parecer el tratamiento con el fármaco sólo tiene impacto en la retención de largo plazo. La inhibición de la síntesis de proteínas después del tratamiento con el recordatorio no tuvo efecto cuando se probó a los sujetos cuatro horas más tarde (retención de corto plazo).

El trabajo sobre la reconsolidación ha generado muchas preguntas que siguen impulsando estudios empíricos (consulte los trabajos de Myers y Davis, 2007; Quirk y Mueller, 2008; Routtenberg, 2008; Rudy, 2008). Una cuestión básica atañe a la relación entre extinción y reconsolidación. Ambas implican una manipulación común: la presentación no reforzada de una señal previamente entrenada. ¿A qué se debe entonces que en un caso (la extinción) la inhibición de la síntesis de proteínas ayude a preservar la RC mientras que en el otro caso (reconsolidación) tenga un efecto amnésico? Una diferencia obvia tiene que ver con el número de presentaciones del estímulo. Los tratamientos con el recordatorio por lo general implican sólo unas cuantas presentaciones del EC, mientras que la extinción requiere una amplia exposición al EC solo. Otros temas acaloradamente debatidos conciernen al lugar de la síntesis de proteínas. Aunque muchos científicos suponen que esto ocurre dentro del cuerpo celular, la investigación reciente sugiere que las dendritas contienen la maquinaria biológica que se necesita para hacer la síntesis local de las proteínas. (En el capítulo 11 encontrará un examen adicional de la reconsolidación.)

J. W. Grau

LA EXTINCIÓN Y EL APRENDIZAJE ORIGINAL

Aunque la extinción produce efectos conductuales y emocionales importantes, no revierte los efectos de la adquisición. La evidencia de que la extinción no borra lo que se aprendió, en principio ha sido obtenida por medio de diversos procedimientos diferentes (Bouton y Woods, 2008). A continuación se describen cuatro líneas de evidencia que más han atraído la atención: los estudios sobre recuperación espontánea, la renovación, restablecimiento y retención del reforzador.

Recuperación espontánea

La extinción, por lo general, produce una disminución en la conducta condicionada, pero este efecto se disipa con el tiempo. Si se introduce un periodo de descanso después del entrenamiento de extinción, se observa la recuperación de la respuesta. Dicho efecto se denomina *recuperación espontánea*, toda vez que durante el periodo de descanso no se hace nada específico que produzca la recuperación. En el capítulo 2 se describió la recuperación espontánea con base en la habituación. En ese caso el término se refería a la recuperación de los efectos del entrenamiento de habituación. En términos de procedimiento, la recuperación espontánea de la extinción es similar, ya que también es producida por la introducción de un periodo de descanso.

La recuperación espontánea fue identificada en principio por Pavlov. Sin embargo, el fenómeno ha sido observado desde entonces por muchos otros investigadores. Rescorla (2004a) lo describió como “uno de los fenómenos básicos del condicionamiento pavloviano” (p. 501). El efecto es ilustrado en uno de los experimentos de Rescorla en el cual la adquisición inicial fue llevada a cabo con dos estímulos incondicionados (sucrosa y una bolita de comida sólida) que se entregaban en comederos empotrados en una pared de la cámara experimental (Rescorla, 1997a). Se utilizaron detectores infrarrojos para registrar cada ocasión que la rata metía la cabeza en los comederos. En condiciones normales, la cámara experimental permanecía oscura. Uno de los estímulos incondicionados era señalado por un EC auditivo (un ruido) mientras que el otro era señalado por un EC visual (una luz). A medida que el condicionamiento avanzaba, cada EC llegó a provocar con rapidez la respuesta condicionada de seguimiento de la meta, y ambos estímulos condicionados provocaban niveles similares de respuesta. El panel izquierdo de la figura 9.3 muestra el progreso de la adquisición con los datos promediados de ambos estímulos condicionados.

Luego se llevaron a cabo dos sesiones de extinción (de 16 ensayos cada una) con cada EC, seguidas de una serie de cuatro ensayos de prueba. La manipulación experimental de mayor interés era el intervalo entre el fin del entrenamiento de la extinción y los ensayos de prueba. Para uno de los estímulos condicionados (E1), la extinción y la prueba eran separadas por un periodo de ocho días. En contraste, para el otro estímulo (E2), los ensayos de prueba empezaron inmediatamente después del entrenamiento de extinción. El panel intermedio muestra que en el curso de la extinción la respuesta disminuía de una forma similar para E1 y E2. La respuesta permaneció suprimida durante los ensayos de prueba conducidos inmediatamente después con E2; por lo tanto, la respuesta mostró una recuperación considerable para E1, que fue probado ocho días después del entrenamiento de extinción.

La recuperación de la respuesta observada para E1 representa una *recuperación espontánea*. Advierta que la recuperación no fue completa. Al final de la fase de adquisición la tasa de introducciones de cabeza en el comedero había sido de 15.6 respuestas por minuto. En el primer ensayo después del periodo de descanso, la tasa promedio ante E1 era de alrededor de 6.2 respuestas por minuto.

La recuperación espontánea también es un fenómeno sobresaliente luego de la extinción de la conducta instrumental, aun cuando en este caso el factor crucial es la introducción de un periodo de descanso entre el fin del entrenamiento de la extinción y las evaluaciones de la respuesta. El hallazgo característico fue que la conducta que es suprimida por la extinción se recupera con un periodo de descanso.

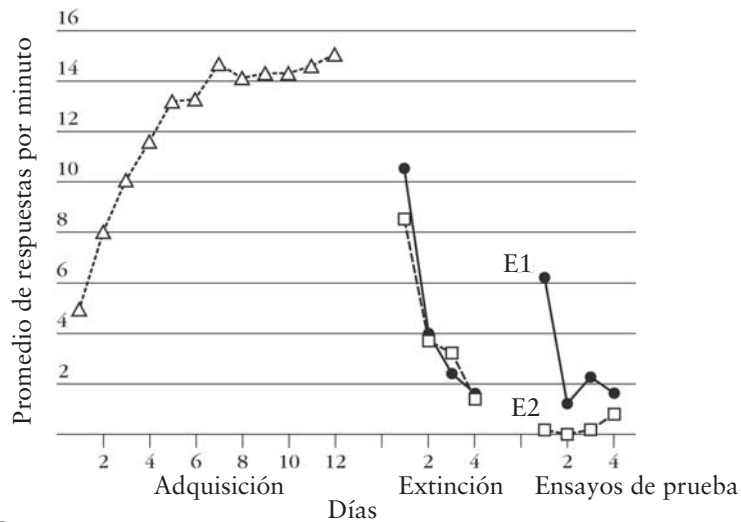


FIGURA 9.3

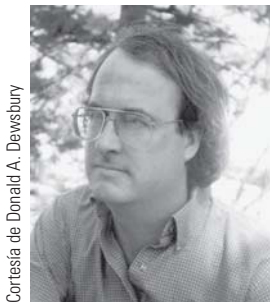
Tasa de introducciones de la cabeza en el comedero (seguimiento de la meta) para dos estímulos condicionados diferentes. El panel izquierdo muestra la adquisición original de la respuesta para los dos estímulos (promediada para ambos) cuando cada estímulo se emparejó con la comida. El panel intermedio muestra la pérdida de la respuesta durante la fase de extinción. Los ensayos finales de prueba se llevaron a cabo inmediatamente después de la extinción para E2 y ocho días después de la extinción para E1. Observe que el periodo de descanso de ocho días dio por resultado una recuperación considerable de la conducta condicionada. (Rescorla, 2004a, p. 503.)

(Consulte los trabajos de Prados, Manteiga y Sansa, 2003; y de Rescorla, 2006b, 2007b, para conocer algunos estudios recientes sobre la recuperación espontánea.)

Renovación del condicionamiento excitatorio original

Otra evidencia importante de que la extinción no produce una pérdida permanente de la conducta condicionada es el fenómeno de **renovación**, identificado por Mark Bouton y sus colaboradores (revisión reciente realizada por Bouton y Woods, 2008). La renovación se refiere a la recuperación del desempeño mostrado en la adquisición cuando se cambian las señales contextuales que estaban presentes durante la extinción. El cambio puede ser un regreso al contexto de la adquisición original o una transformación en un contexto *neutral*. La renovación ha sido de especial interés para la investigación aplicada, pues sugiere que una mejoría clínica lograda en el consultorio de un terapeuta quizá no se mantenga cuando el cliente regresa a su casa o va al trabajo o a la escuela.

El fenómeno de la renovación fue demostrado en un estudio clásico de Bouton y King (1983). El experimento utilizó el procedimiento de supresión condicionada para estudiar la adquisición y extinción del temor condicionado en ratas de laboratorio. Para establecer una línea base de actividad que pudiese ser suprimida por el miedo, se condicionó primero a las ratas a presionar una palanca por reforzamiento alimenticio. Luego se logró la adquisición del temor emparejando un EC (tono) con una descarga en las patas. Este condicionamiento del temor tuvo lugar en una de dos cámaras experimentales que proporcionaban señales contextuales claramente distintas. El contexto que se utilizó para el entrenamiento se contrabalanceó entre los sujetos y se designó como contexto A. Como se esperaba, los emparejamientos entre tono y descarga tuvieron como resultado una supresión condicionada de la



M. E. Bouton

presión de palanca durante las presentaciones del tono. Los sujetos fueron asignados posteriormente a uno de tres grupos para la fase de extinción del experimento.

Dos de los grupos recibieron 20 ensayos de extinción consistentes en la presentación del EC (tono) sin la descarga. Para el grupo A, esos ensayos de extinción ocurrieron en el mismo contexto (A) en que ocurrió el condicionamiento del temor. Para el grupo B la extinción tuvo lugar en el contexto alterno (B). El tercer grupo (NE) no recibió entrenamiento de extinción y sirvió como control.

Los resultados de los ensayos de extinción se muestran en el lado izquierdo de la figura 9.4. Recuerde que en un procedimiento de supresión condicionada, los niveles más altos de temor condicionado son representados por valores más pequeños de la razón de supresión (capítulo 3). Los grupos A y B mostraron niveles igualmente fuertes de supresión ante el tono al inicio de los ensayos de extinción, lo cual demuestra que el temor que se había condicionado en el contexto A se generalizó fácilmente cuando el tono se presentaba en el contexto B para el grupo B. A medida que el tono se presentaba de manera repetida durante la fase de extinción, la supresión condicionada se desvanecía gradualmente y lo hizo de manera similar en ambos contextos.

Luego de la extinción en cualquiera de los contextos, A o B, todos los sujetos fueron sometidos a una serie de ensayos de prueba en el contexto A, donde habían sido entrenados originalmente. Los resultados de esos ensayos de prueba se muestran en el panel derecho de la figura 9.4. El grupo NE, que no fue sometido a extinción, mostró el mayor grado de supresión ante el tono durante los ensayos de prueba. En contraste, el grupo A, que fue sometido a extinción en el mismo contexto en que se realizó la prueba, mostró la menor supresión. El grupo B, que también fue sometido a extinción (pero en el contexto B), mostró niveles considerables de supresión al inicio de su regreso al contexto A. De

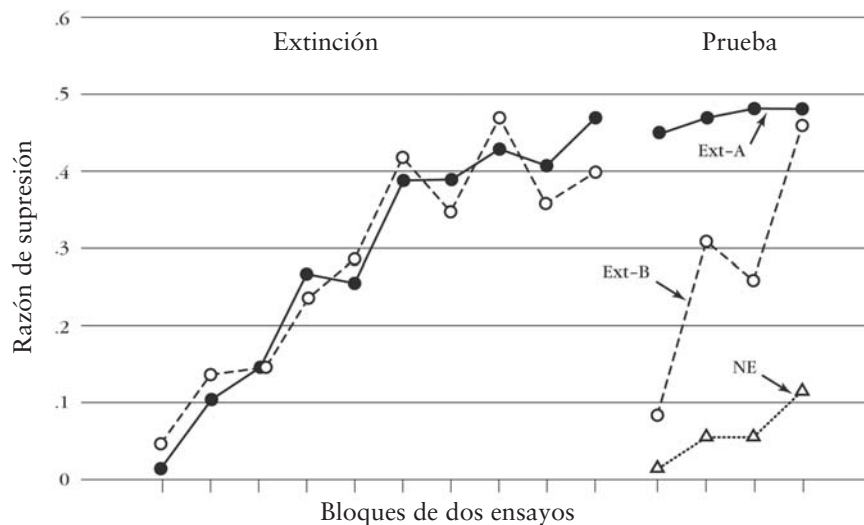


FIGURA 9.4

Demostración del efecto de renovación en la supresión condicionada. Todos los sujetos fueron sometidos primero al emparejamiento de un tono con una descarga en la pata en el contexto A (no se muestran los datos). Los grupos A y B fueron sometidos luego a ensayos de extinción en el contexto A o en el contexto B. El grupo NE no fue sometido a extinción. Luego se llevaron a cabo sesiones de prueba en el contexto A para todos los sujetos. (Bouton y King, 1983.)

hecho, su temor condicionado durante los primeros tres ensayos de prueba fue notablemente mayor de lo que había sido al final de la fase de extinción. Es decir, el temor condicionado se *renovó* cuando se sacó al grupo B del contexto de extinción (B) y se le regresó al contexto original de entrenamiento (A).

La diferencia en el grado de temor condicionado en los grupos A y B que se hizo evidente en las sesiones de prueba es importante, pues ambos grupos mostraron pérdidas similares del temor condicionado durante la fase de extinción. El hecho de que el temor condicionado se renovara en el grupo B indica que la pérdida de supresión que se hizo evidente durante la fase de extinción para este grupo no reflejaba el desaprendizaje de la respuesta de temor condicionado.

Desde su demostración original, el efecto de renovación ha sido observado en diversas situaciones de aprendizaje con sujetos humanos y no humanos (puede encontrar ejemplos recientes en los trabajos de Bailey y Westbrook, 2008; Pineño y Miller, 2004; Rescorla, 2007a). Curiosamente, el fenómeno no sólo se observa con señales contextuales externas, sino también con señales contextuales creadas por el consumo de drogas (Bouton, Kenney y Rosengard, 1990; Cunningham, 1979). La renovación también puede ocurrir si se cambia al sujeto del contexto de extinción a un contexto alternativo que no es el de la adquisición original (Bouton y Ricker, 1994). Sin embargo, este tipo de renovación no es tan sólido como la renovación que ocurre cuando se restablece el contexto de la adquisición original.

Una explicación sencilla y poco interesante del efecto de renovación es que se debe a las propiedades excitatorias condicionadas al contexto de renovación. Se supone que el contexto A adquirió propiedades excitatorias porque el EI se presentó en ese contexto durante la adquisición. Esas propiedades excitatorias podrían sumarse a los vestigios restantes de la excitación ante el EC al final del entrenamiento de la extinción. El resultado sería una mayor respuesta al EC en el contexto A que en el contexto B. Sin embargo, varios experimentos de control han descartado esta explicación del efecto de renovación basada en la suma. Por ejemplo, en un estudio (Harris *et al.*, 2000, experimento 1) la adquisición original con dos estímulos condicionados diferentes se llevó a cabo en el contexto C; luego, un EC fue extinguido en el contexto A y el otro se extinguió en el contexto B. Pruebas posteriores revelaron que la respuesta al EC extinguido en el contexto A se renovaba si este EC era probado en el contexto B. El resultado no puede atribuirse a las posibles propiedades excitatorias del contexto B porque el EI no se presentó nunca en ese contexto (Bouton y Ricker, 1994).

La evidencia predominante indica que el efecto de renovación ocurre cuando la memoria de la extinción es específica a las señales que estuvieron presentes durante la fase de extinción. Por consiguiente, la salida del contexto de extinción interrumpe la recuperación de la memoria de la extinción, con el resultado de que se pierde el desempeño de extinción. Pero, ¿por qué este restablecimiento de la conducta debería ser característico de la adquisición original? Para explicarlo, es necesario suponer que el desempeño de la adquisición original se generaliza de un contexto a otro con mayor facilidad que el desempeño de extinción, lo que en realidad es el caso. Por ejemplo, considere los resultados resumidos en la figura 9.4. Para todos los sujetos, la adquisición ocurrió en el contexto A. Uno de los grupos fue cambiado luego al contexto B para la extinción. La figura 9.4 muestra que durante la fase de extinción esos sujetos se desempeñaron de la misma manera que los participantes que

permanecieron en el contexto A durante la extinción. Es decir, un cambio en el contexto no alteró la supresión condicionada adquirida originalmente.

¿A qué se debe que la adquisición original se vea menos afectada (en caso de que lo sea) por un cambio de contexto cuando el desempeño en extinción es altamente específico al contexto? Bouton (1993, 1994) sugirió que las señales contextuales hacen menos ambiguo el significado de un estímulo condicionado. Esta función es similar a la del contexto semántico en la aclaración del significado de una palabra. Considere la palabra *cortar*. *Cortar* podría referirse al procedimiento físico de dividir en porciones como en la oración “El cocinero cortó las zanahorias”. También podría referirse a la terminación de una relación como en la frase “Claudia cortó con Samuel después de un noviazgo de años”. El significado de la palabra *cortar* depende del contexto semántico. Un estímulo condicionado que ha sido sometido a condicionamiento excitatorio y luego a extinción también tiene un significado ambiguo, ya que podría significar que está a punto de ocurrir una descarga (adquisición) o que no ocurrirá la descarga (extinción). Esta ambigüedad permite que el EC quede más fácilmente bajo control del contexto. Después del entrenamiento de adquisición el EC no es ambiguo, pues sólo significa una cosa (que la descarga va a ocurrir). Por lo tanto, dicho estímulo condicionado no es susceptible al control contextual.

El efecto de renovación tiene implicaciones importantes para la terapia conductual que, por desgracia, son lamentables. Sugiere que incluso si un procedimiento terapéutico logra extinguir un temor o fobia patológicos en la seguridad relativa del consultorio del terapeuta, el temor condicionado puede reaparecer fácilmente cuando el cliente se encuentre al estímulo condicionado temido en un contexto distinto. También es problemático el hecho de que los efectos del condicionamiento excitatorio se generalizan fácilmente de un contexto a otro (por ejemplo, vea el panel izquierdo de la figura 9.4). Es decir, si usted adquiere un temor patológico en una situación, es probable que el miedo lo asedie en varios otros contextos. Pero si logra superar su miedo, ese beneficio no se generalizará con la misma facilidad a nuevas situaciones. Por consiguiente, los problemas creados por el condicionamiento tendrán efectos más extendidos que las soluciones o remedios para esos problemas. (Consulte la revisión de Vansteenwegen *et al.*, 2006, sobre el efecto de renovación luego de la terapia de exposición.)

Preocupados por el dilema anterior, los investigadores han explorado formas de reducir el efecto de renovación. Un procedimiento que parece prometedor es conducir la extinción en diferentes contextos. El desempeño en extinción es menos específico al contexto si el entrenamiento de extinción (o terapia de exposición) se lleva a cabo en contextos diferentes (Chelonis, Calton, Hart y Schachtman, 1999; Gunther, Denniston y Miller, 1998; Vansteenwegen *et al.*, 2007). Otras técnicas para reducir el efecto de renovación involucran el entrenamiento de inhibición condicionada, el condicionamiento diferencial y la presentación del EC de manera explícitamente no emparejada con el EI (Rauhut, Thomas y Ayres, 2001). (Para conocer otras revisiones de las implicaciones del efecto de renovación para la terapia conductual, consulte el trabajo de Bouton y Nelson, 1998.)

Restablecimiento de la excitación condicionada

Se conoce como **restablecimiento** a otro procedimiento que permite restablecer la respuesta ante un estímulo condicionado sometido a extinción. El restableci-

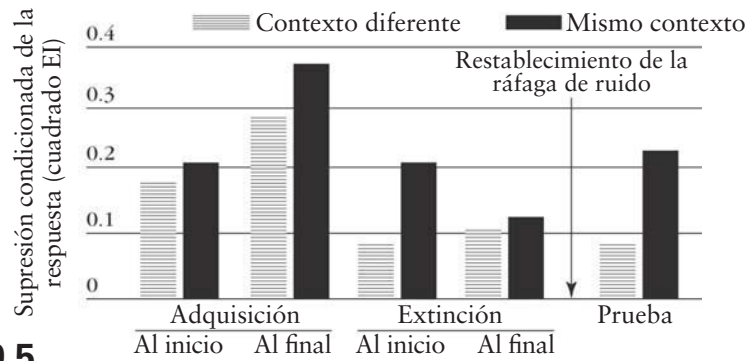
miento se refiere a la recuperación de la conducta condicionada que se produce por medio de exposiciones al estímulo incondicionado. Por ejemplo, suponga que aprendió una aversión al pescado, pues se enfermó después de comerlo en un viaje. Su aversión se extingue luego, cuando prueba pescado en varias ocasiones sin enfermarse. De hecho, gracias a esta experiencia de extinción puede aprender a disfrutar de nuevo del pescado. El fenómeno de restablecimiento sugiere que si por alguna razón usted vuelve a enfermarse, regresará su aversión al pescado, incluso si su enfermedad nada tiene que ver con el consumo de este platillo en particular. (Para conocer un estudio similar en ratas de laboratorio, revise el trabajo de Schachtman, Brown y Miller, 1985.)

Igual que la renovación, el fenómeno del restablecimiento resulta un desafío para la terapia conductual. Por ejemplo, considere el caso de un individuo que sufre ansiedad y temor a la intimidación adquiridos al haber sido criado por un padre abusivo. La terapia exhaustiva puede lograr proporcionarle alivio de esos síntomas, pero el fenómeno de restablecimiento sugiere que el temor y la ansiedad pueden reaparecer de lleno si más adelante se experimenta una situación de abuso. Debido al restablecimiento, las respuestas que lograron extinguirse en el curso de una intervención terapéutica pueden reaparecer si la persona es expuesta de nuevo al estímulo incondicionado.

Aunque el restablecimiento fue descubierto originalmente en estudios con ratas de laboratorio (Rescorla y Heth, 1975), el fenómeno fue documentado después en el condicionamiento de temor en humanos (Vansteenwegen *et al.*, 2006). En un estudio en el que participaron estudiantes de licenciatura de Yale (LaBar y Phelps, 2005), el EC era un cuadrado azul que se presentaba durante cuatro segundos en la pantalla de la computadora. En cada ensayo de adquisición el EC terminaba con una ráfaga de ruido pulsante muy intenso presente durante un segundo (el EI). El temor condicionado se midió en términos del incremento en la conductividad eléctrica de la piel (producida por el sudor moderado). Los sujetos recibieron cuatro ensayos de adquisición seguidos de ocho ensayos de extinción. Luego se presentaron cuatro ráfagas de restablecimiento del ruido en la misma habitación de la prueba o en una habitación distinta. Posterior a ello, se probó el temor al EC de todos los estudiantes en el contexto original del entrenamiento.

Los resultados del experimento se presentan en la figura 9.5. La conductividad de la piel se incrementó en el curso del condicionamiento de temor y disminuyó durante la extinción. Las presentaciones posteriores del EI en la misma habitación tuvieron como resultado la recuperación de la respuesta extinguida de la conductividad de la piel. Las presentaciones del EI en un cuarto distinto no produjeron dicha recuperación. Por consiguiente, el efecto de restablecimiento fue específico al contexto. (Norrholm *et al.*, 2006, presentaron un trabajo en seres humanos sobre el restablecimiento del temor condicionado en el sobresalto potenciado por el temor.)

La especificidad del restablecimiento al contexto da lugar a la posibilidad de que dicho fenómeno sea resultado del condicionamiento del contexto. Las presentaciones del EI que ocurren durante la fase de restablecimiento pueden dar por resultado el condicionamiento de las señales contextuales de la situación experimental. Ese condicionamiento del contexto podría luego sumarse a cualquier excitación remanente del EC al final de la extinción para producir el restablecimiento de la respuesta condicionada. Ésta puede ser la razón por la cual las presentaciones del EI en un contexto diferente no producen restablecimiento.

**FIGURA 9.5**

Condicionamiento del temor en sujetos humanos medido por un incremento en la conductividad de la piel. Todos los participantes fueron sometidos a adquisición seguida de extinción, restablecimiento de los EI y pruebas de respuesta ante el EC. Los EI restablecidos se presentaron en el mismo contexto o en un contexto diferente al resto del experimento. (Basado en LaBar y Phelps, 2005.)

En los pasados veinte años se han realizado muchas investigaciones sobre el efecto de restablecimiento (Bouton, 1993, 1994; Bouton y Nelson, 1998; Bouton y Wood, 2008). Los resultados han indicado que el condicionamiento del contexto es importante, pero no por permitir la sumación de la excitación. Más bien, como sucedió en el caso de la renovación, el papel del contexto es restar ambigüedad al significado de un estímulo que tiene una historia mezclada de condicionamiento y extinción. El contexto tiene relativamente poco efecto sobre los estímulos que no tienen una historia de extinción.

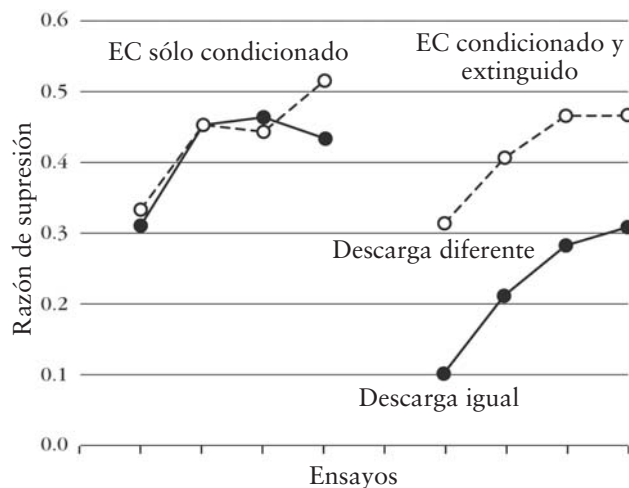
Esas conclusiones son apoyadas por los resultados de un estudio temprano de Bouton (1984). El experimento utilizó la preparación de supresión condicionada en ratas y su procedimiento se resume en la tabla 9.1. Para la mitad de los sujetos, el restablecimiento se llevó a cabo después de condicionar un EC con una descarga débil que sólo producía niveles moderados de temor condicionado. Los sujetos restantes al principio fueron condicionados con una descarga fuerte que producía más temor, pero también fueron sometidos a una fase de extinción, por lo que dichos sujetos terminaban con el mismo nivel de miedo que el primer grupo de ratas. Luego se llevó a cabo el procedimiento de restablecimiento. El restablecimiento consistía en la aplicación de cuatro descargas no señaladas, fuese en el contexto de la prueba o en un contexto diferente. Todos los sujetos recibieron luego cuatro ensayos de prueba con el EC. Los resultados de esas pruebas se presentan en la figura 9.6.

Para los sujetos que fueron condicionados con la descarga débil y que no fueron sometidos a extinción (lado izquierdo de la figura 9.6), no importaba que el

TABLA 9.1

Efectos del restablecimiento después de la adquisición sola o después de adquisición y extinción (Bouton, 1984)

Fase 1	Fase 2	Restablecimiento	Prueba
EC → Descarga débil	Sin tratamiento	Descarga igual	EC
EC → Descarga débil	Sin tratamiento	Descarga diferente	EC
EC → Descarga fuerte	Extinción	Descarga igual	EC
EC → Descarga fuerte	Extinción	Descarga diferente	EC

**FIGURA 9.6**

Demostración del restablecimiento de la supresión condicionada. Se aplicaron cuatro descargas de restablecimiento, fuese en el contexto de entrenamiento y prueba (descarga igual) o en un contexto diferente (descarga diferente), después del condicionamiento excitatorio solo (sólo el condicionamiento del EC) o después del condicionamiento y extinción (EC condicionado y extinguido). (En Bouton, M. E. y Nelson, J. B., 1998, "The role of context in classical conditioning: Some implications for behavior therapy", en William O'Donohue, editor, *Learning and Behavior Therapy*, pp. 59-84, figura 4.3; publicado por Allyn & Bacon, Boston, MA © 1998 por Pearson Education. Reproducido con autorización del editor.)

restablecimiento de las descargas ocurriese en el contexto de la prueba (descarga igual) o en otro lugar (descarga diferente). Este resultado demuestra que el condicionamiento contextual no se sumó a la supresión provocada por el EC objetivo. En contraste, para los sujetos que fueron sometidos a extinción (lado derecho de la figura 9.6), las descargas de restablecimiento aplicadas en el mismo contexto de la prueba produjeron significativamente más supresión de la respuesta que las descargas aplicadas en un contexto diferente. Este resultado demuestra que el condicionamiento del contexto facilita el efecto de restablecimiento.

Resultados como los presentados en la figura 9.6 alentaron a Bouton a considerar al restablecimiento como una forma de renovación. A partir de esta interpretación, las señales condicionadas del contexto proporcionan algunas de las señales contextuales para la respuesta excitatoria en circunstancias normales. Esas señales contextuales se extinguieron cuando el EC se presentaba solo durante extinción. Las presentaciones de restablecimiento del EI en el contexto de prueba permiten restablecer las propiedades excitatorias de las señales contextuales y así habilitan a esas señales para ser más eficaces en la reactivación de la memoria del entrenamiento original de adquisición.

Retención del conocimiento sobre el reforzador

Como hemos visto, la extinción no borra lo que se aprendió originalmente, pues la conducta condicionada puede ser restaurada por medio de la recuperación espontánea, la renovación y el restablecimiento. La siguiente pregunta a la que debemos dirigir la atención es ¿cuánto del aprendizaje original se conserva a pesar de la extinción? ¿En el curso de los ensayos repetidos de la extinción se

retiene información acerca de la naturaleza específica del reforzador? ¿Cómo podemos responder esta pregunta?

Como se analizó en los capítulos 4 y 7, una técnica de gran utilidad para determinar si la conducta condicionada refleja conocimiento sobre el reforzador consiste en probar los efectos de la devaluación de dicho reforzador. Si la conducta condicionada refleja una asociación entre estímulo y consecuencia (E-C) o entre respuesta y consecuencia (R-C), la devaluación del reforzador debería producir una disminución en la respuesta. Podemos determinar si la extinción elimina las asociaciones E-C y R-C si vemos que la devaluación del reforzador también suprime la respuesta condicionada después de la extinción. Pero hay un pequeño problema técnico. Luego de la extinción la respuesta puede ser tan cercana a cero que no puede detectarse la supresión adicional ocasionada por la devaluación del reforzador. Para superar esta dificultad, los investigadores suelen reentrenar el EC o la respuesta con un nuevo reforzador para crear una línea base de la respuesta lo bastante elevada para la prueba de devaluación.

Se han llevado a cabo diversos experimentos basados en la lógica anterior. Esos experimentos han demostrado que las asociaciones E-C no se pierden durante la extinción pavloviana (Delamater, 1996; Rescorla, 1996a, 2001a). Es decir, un EC extinguido sigue activando la representación del EI. La información sobre el reforzador tampoco se pierde en el curso de la extinción de una respuesta instrumental. Por ejemplo, Rescorla (1993a) comentó que “las asociaciones R-C, una vez entrenadas, son relativamente invulnerables a la modificación” (p. 244). (Consulte los estudios relacionados de Rescorla, 1992, 1993b, 1996b; 2001a.)

Otra línea de evidencia que también indica que el conocimiento sobre el reforzador no se pierde en el curso de la extinción proviene de las pruebas sobre la especificidad del restablecimiento. En la tabla 9.2 se presenta el diseño de un estudio reciente que utilizó esta estrategia (Ostlund y Balleine, 2007). Se entrenó a ratas en una cámara experimental que tenía dos palancas de respuesta, la presión de una de las palancas producía una bolita de comida mientras presionar la otra palanca producía unas gotas de una solución edulcorada. Ambas respuestas fueron entrenadas cada día en sesiones separadas de 30 minutos, y cada respuesta era reforzada de acuerdo con un programa de reforzamiento RV 20 con su reforzador asignado. En la siguiente sesión ambas respuestas fueron sometidas a extinción durante 15 minutos, observándose una rápida disminución de la respuesta en ambas palancas durante esta fase. Luego se presentó una vez uno de los reforzadores (la bolita de comida o la solución edulcorada) y se monitoreó la respuesta durante los siguientes tres minutos.

Los resultados del experimento se resumen en la figura 9.7. La presentación de un reforzador después de extinción produjo una recuperación selectiva de la

TABLA 9.2

Restablecimiento selectivo de la conducta instrumental

Entrenamiento	Extinción	Restablecimiento	Prueba
R1 → C1	R1	C1	R1
y	y	o	vs.
R2 → C2	R2	C2	R2

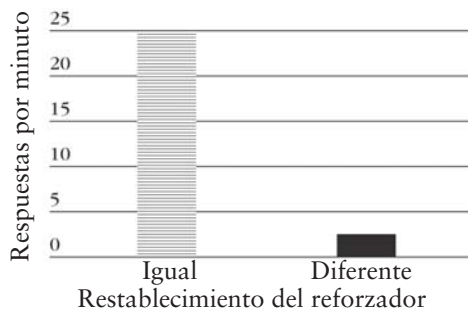


FIGURA 9.7

Restablecimiento de la presión de palanca dependiendo de si el reforzador restablecido fue igual o diferente al reforzador usado originalmente para entrenar la respuesta. (Basado en Ostlund y Balleine, 2007.)

presión de palanca. La respuesta era mucho mayor en la palanca cuyo reforzador asociado había sido usado en el procedimiento de restablecimiento. Las bolitas de comida incrementaron de manera selectiva la respuesta en la palanca que antes producía comida, y el agua endulzada incrementó de manera selectiva la respuesta en la palanca que antes producía unas cuantas gotas de agua dulce. Esos resultados indican que el procedimiento de extinción no borra el conocimiento de qué reforzador había sido usado con qué respuesta durante el entrenamiento original.

OPTIMIZACIÓN DE LA EXTINCIÓN

La evidencia acumulada de que la extinción no borra gran parte de lo que se aprendió originalmente es una mala noticia para distintas formas de terapia por exposición cuya meta es eliminar el temor patológico, las fobias y los malos hábitos. ¿Es posible incrementar el impacto de la extinción de modo tal que dichos procedimientos resulten más eficaces? Esta pregunta llama cada vez más la atención de los científicos que hacen investigación aplicada en esta área. La atención que se dirige a esta pregunta es una de las áreas más recientes e importantes de la investigación en la teoría del aprendizaje. No tenemos muchas respuestas aún y algunos de los hallazgos han sido incongruentes, pero existen algunas señales que sugieren formas en que podría mejorarse la terapia por exposición.

Número y espaciamiento de los ensayos de extinción

Quizá la forma más simple de aumentar el impacto de la extinción sea efectuar más ensayos de extinción. El uso de grandes cantidades de ensayos de extinción produce una mayor disminución de la respuesta condicionada. Este resultado ha sido obtenido en diversas situaciones de aprendizaje que incluyen el condicionamiento palpebral, el aprendizaje de aversión al sabor y el condicionamiento del contexto (Brooks, Bowker, Anderson y Palmatier, 2003; Leung *et al.*, 2007; Weidemann y Kehoe, 2003).

Otra forma de incrementar los efectos de la extinción es llevar a cabo los ensayos de extinción cercanos en el tiempo (masivos) en lugar de hacerlo de manera extendida (espaciados). Por ejemplo, Cain, Blouin y Barad (2003) utilizaron en ratones el procedimiento de condicionamiento del temor y encontraron mayor pérdida del temor con ensayos masivos de extinción que con ensayos espaciados, y esta diferencia persistía al probar a los sujetos al día siguiente. Por desgracia, en

este punto no queda claro si ocurren efectos similares en el condicionamiento apetitivo (Moody, Sunsay y Bouton, 2006). Lo que sí parece claro es que los ensayos masivos de extinción producen un decremento más rápido de la respuesta dentro de una sesión. Sin embargo, en ocasiones se trata sólo de un efecto temporal en el desempeño y hay una recuperación considerable de la respuesta entre sesiones.

Reducción de la recuperación espontánea

Otro método para incrementar el impacto de los procedimientos de extinción consiste en encontrar la manera de reducir la recuperación espontánea. Varios investigadores han explorado esa posibilidad. Los estudios sobre la recuperación espontánea introducen un periodo de descanso posterior a la extinción para después probar la recuperación. Una forma de reducir considerablemente la recuperación espontánea es repetir los periodos de descanso y prueba, con la repetición de esos ciclos la recuperación es cada vez menor (Rescorla, 2004a). Otro factor que influye en el grado de recuperación espontánea es el intervalo entre el entrenamiento inicial y la extinción. No obstante, los efectos de esta manipulación observados en diferentes experimentos han sido incongruentes. Myers, Ressler y Davis (2006) informaron que la extinción del temor, realizada entre 24 y 72 horas después de la adquisición, mostraba los efectos usuales de recuperación espontánea, renovación y restablecimiento. Sin embargo, si la extinción se llevaba a cabo entre 10 y 60 minutos después de la adquisición del temor, no se observaban esos efectos de la recuperación. Por consiguiente, si la extinción se realizaba justo después de la adquisición, los efectos de la extinción en el condicionamiento del temor eran permanentes.

Rescorla (2004b) obtuvo un patrón diferente de resultados en la extinción del condicionamiento apetitivo. En esos experimentos, incrementar el intervalo entre entrenamiento y extinción redujo el grado en que ocurría la recuperación espontánea. Son muchas las diferencias de procedimiento entre los experimentos de Myers y sus colaboradores (2006) y los de Rescorla (2004b), sus estudios no sólo emplearon diferentes sistemas motivacionales (condicionamiento de temor frente a condicionamiento apetitivo), sino que también utilizaron diferentes diseños experimentales. Myers y sus colaboradores usaron un diseño entre sujetos mientras que Rescorla empleó un diseño intrasujetos. Será interesante ver cuál de esas variables resulta ser responsable de los hallazgos divergentes obtenidos.

Otra forma de reducir la recuperación espontánea es introducir señales asociadas con la extinción. Así como el regreso de un sujeto al contexto de la adquisición ocasiona una renovación de la respuesta condicionada, la introducción de estímulos que estuvieron presentes durante la extinción puede reactivar el desempeño de extinción. Los investigadores han encontrado que la introducción de señales que estuvieron presentes durante el entrenamiento de extinción puede atenuar la recuperación espontánea y mejorar el desempeño de extinción en el aprendizaje de aversión al sabor (Brooks, Palmatier, García y Johnson, 1999), así como en las preparaciones de condicionamiento apetitivo (Brooks, 2000; Brooks y Bouton, 1993).

Disminución de la renovación

Otra estrategia para incrementar el impacto del entrenamiento de extinción es reducir el efecto de renovación. Como se recordará, la renovación se refiere a la recuperación de la respuesta extinguida cuando se saca a los sujetos del contexto

de extinción (para llevarlos a un nuevo contexto o regresarlos al contexto de adquisición). Esta recuperación problemática de la respuesta extinguida puede ser atenuada realizando la extinción en varios contextos diferentes (Chelonis *et al.*, 1999; Gunther, Denniston y Miller, 1998; Vansteenwegen *et al.*, 2007). Es evidente que la realización de la extinción en varios contextos diferentes ayuda a incrementar la generalización del estímulo del desempeño en extinción, así como a reducir la renovación cuando los sujetos son sacados del contexto de extinción, aun cuando no siempre se observa este resultado, por lo que ésta es otra área que requerirá de investigación adicional para ser resuelta (Bouton *et al.*, 2006).

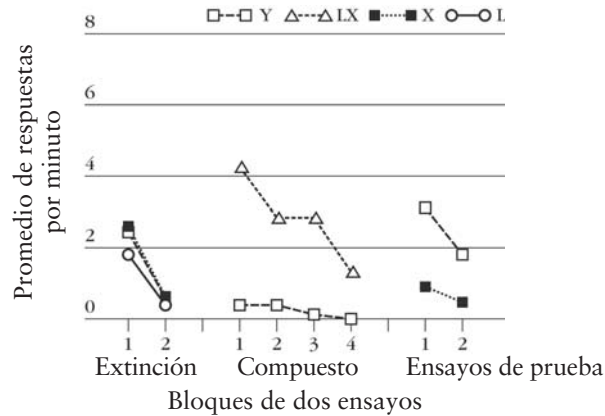
Otra estrategia consiste en presentar señales recordatorias de la extinción en el contexto de renovación. Como se describió antes, la introducción de señales de extinción puede disminuir la recuperación espontánea (ver arriba). Las señales de extinción pueden reducir de igual modo el efecto de renovación mediante la reactivación del desempeño de extinción en el contexto de renovación. Esta predicción ha sido confirmada en estudios de condicionamiento apetitivo con ratas (Brooks y Bouton, 1994). También se han encontrado resultados alentadores en un estudio sobre la terapia de exposición en personas con miedo a las arañas (Mystkowski, Craske, Echiverri y Labus, 2006). Los participantes, a quienes se les dio la instrucción de recordar mentalmente el contexto de tratamiento, mostraron menos temor a las arañas en una situación novedosa que los que no participaron en el ejercicio con el recordatorio. Esta táctica puede aplicarse de manera más habitual para incrementar la generalización de los resultados del tratamiento alentando a los sujetos a llevar consigo una tarjeta, repetir una frase breve y llamar a una línea de ayuda cada vez que les preocupe la posibilidad de una recaída, para acordarse del contexto terapéutico.

Estímulos compuestos de extinción

Otra aproximación interesante a la optimización de la extinción involucra la presentación simultánea de dos estímulos que están siendo sometidos a extinción. De hecho, la investigación reciente ha demostrado que la presentación simultánea de dos estímulos extinguidos puede intensificar la extinción de esas señales (Rescorla, 2006a; Thomas y Ayres, 2004). Por ejemplo, considere el experimento sobre condicionamiento instrumental (Rescorla, 2006a, experimento 3) descrito en la tabla 9.3; en dicho experimento se condicionó primero a las ratas a presionar una palanca durante la presentación de cada uno de tres diferentes estímulos discriminativos: una luz (L) y un estímulo compuesto por un ruido y un tono (X y Y). Durante el entrenamiento inicial de adquisición de la presión de palanca frente a esos estímulos, la respuesta era reforzada con

TABLA 9.3
Prueba de extinción con estímulos compuestos

Adquisición	Extinción del elemento	Extinción del compuesto	Prueba
L+	L-	LX-	X
y	y	y	y
X+	X-	Y-	Y
y	y		
Y+	Y-		

**FIGURA 9.8**

Presión discriminativa de la palanca en presencia de una luz (L) y de dos señales auditivas (un tono y un ruido contrabalanceados como X y Y) al final de una serie de ensayos de extinción con cada estímulo presentado por separado, durante una fase de extinción compuesta en que L se presentaba al mismo tiempo que X, y durante una fase de prueba realizada seis días más tarde. (Basado en Rescorla, 2006a, figura 3, página 139.)

comida de acuerdo a un programa de IV 30 segundos. La presión de palanca no se reforzaba en ausencia de esos estímulos (entre ensayos).

Después de la adquisición, se presentaron de manera repetida los estímulos por sí solos (la luz, el tono y el ruido) y las presiones de palanca ya no eran reforzadas. La respuesta frente a cada una de esas señales disminuyó casi a cero. Sin embargo, tal vez había permanecido alguna tendencia de respuesta inferior al umbral. Para evaluar esa posibilidad se introdujeron ensayos de extinción compuestos. Durante esta segunda fase de extinción, la luz se presentó al mismo tiempo que una de las señales auditivas (X). Como control se siguió presentando la otra señal auditiva, Y, sola y sin reforzamiento. Al final del experimento se evaluaron los efectos de la extinción con el compuesto, probando la respuesta durante la presentación por separado de X y Y.

La figura 9.8 muestra las tasas de respuesta al final de la primera fase de extinción, los ensayos de extinción con el estímulo compuesto y durante los ensayos finales de prueba. Al final de la primera fase de extinción, la respuesta se acercaba a cero, pero la presentación de la luz (L) en un compuesto con X (LX) en la siguiente fase de extinción dio por resultado un aumento considerable en la respuesta. Esto representa la sumación de la respuesta inferior al umbral que conservaban los estímulos L y X a pesar de sus tratamientos individuales de extinción (Reberg, 1972). Dicho aumento no se hizo evidente con el estímulo de control Y, que se presentó por separado durante la fase de extinción con el compuesto.

Los datos de mayor interés se obtuvieron durante las pruebas finales con X y Y. Esta prueba final se llevó a cabo seis días después de terminar la fase de extinción con el compuesto. El periodo de descanso de seis días ocasionó una considerable recuperación espontánea de la respuesta ante Y. No obstante, no ocurrió esa recuperación ante el estímulo X. Este resultado demuestra que los ensayos de extinción con el compuesto profundizaron la extinción del estímulo X. Otros experimentos han demostrado que esta profundización de la extinción también disminuye el efecto de restablecimiento y hace más lenta la tasa de readquisición de un estímulo extinguido (Rescorla, 2006a; consulte también el trabajo de Thomas y Ayres, 2004).

El hecho de que la presentación en un compuesto de dos señales de extinción intensifique la extinción de los estímulos individuales sugiere que ésta opera, al menos en parte, por medio de un proceso de corrección del error similar al modelo de Rescorla y Wagner. Como se describió en el capítulo 4, según el modelo de Rescorla y Wagner, los valores asociativos son cambiados si el resultado de un ensayo es contrario a lo que se esperaba. La adquisición original crea la expectativa de que se va a presentar el EI. Esta expectativa es quebrantada cuando se omite el EI en extinción, y ese *error* se corrige por medio de una reducción en la respuesta en los ensayos de extinción posteriores. La presentación de dos estímulos condicionados en un compuesto incrementa el *error* resultante cuando el ensayo termina sin un reforzador. Esto induce una mayor corrección y una reducción más grande de la respuesta.

El razonamiento anterior predice un resultado completamente diferente si una señal de extinción es acompañada por un inhibidor condicionado durante el entrenamiento de extinción. En dicho caso, debería observarse interferencia en lugar de facilitación del proceso de extinción. Recuerde que un inhibidor condicionado es una señal que indica la ausencia del EI. En el sistema de temor, un inhibidor condicionado es una señal de seguridad que indica que no se presentará el EI aversivo. Si esta señal de seguridad es acompañada por un estímulo de temor durante la extinción, la ausencia del EI será anticipada por completo por la señal de seguridad. Por consiguiente, no habrá ningún error que estimule el aprendizaje de que el estímulo de temor ya no termina en una descarga. Por lo tanto, la señal de seguridad bloqueará la extinción del estímulo de temor. Esta predicción ha sido confirmada en estudios de laboratorio con ratas y palomas (Thomas y Ayres, 2004; Rescorla, 2003), así como en la investigación clínica con seres humanos (Schmidt *et al.*, 2006).

¿QUÉ SE APRENDE EN EXTINCIÓN?

Los estudios sobre la recuperación espontánea, la renovación, el restablecimiento y el conocimiento sobre el reforzador después de la extinción indican que ésta no implica el *desaprendizaje* y que deja intactas las asociaciones entre respuesta y consecuencia (R-C) y entre estímulo y consecuencia (E-C). En el capítulo 4 se revisó la evidencia que indicaba que las asociaciones E-C (o asociaciones EC-EI) tienen un papel importante en el condicionamiento pavloviano. En el capítulo 7 se examinó la importancia de las asociaciones E-C y R-C para el condicionamiento instrumental. La importancia de las asociaciones E-C y R-C para la respuesta condicionada y su supervivencia, luego de una serie de ensayos de extinción, crea un dilema para las teorías de la extinción. Si esas asociaciones permanecen intactas, ¿qué produce la disminución de la respuesta? Esta pregunta sigue siendo tema de debate y estudio empírico continuos (Bouton y Woods, 2008; Delamater, 2004). No se dispone todavía de una respuesta totalmente satisfactoria, pero los investigadores están considerando la importancia de las asociaciones inhibitorias E-R motivadas por la ausencia inesperada del reforzador en extinción.

Asociaciones inhibitorias E-R

Un análisis asociativo tiene relativamente pocos candidatos. El aprendizaje podría involucrar asociaciones E-C, R-C o E-R. Puesto que al parecer la extinción

TABLA 9.4

Desarrollo de una asociación inhibitoria E-R en la extinción instrumental
(Rescorla, 1993a, experimento 3)

Fase 1	Fase 2	Extinción	Prueba
R: Rc $\rightarrow$ P	R1 $\rightarrow$ P	R: R1–	R: R1 <i>vs.</i> R2
L: Rc $\rightarrow$ P	R2 $\rightarrow$ P	L: R2–	L: R1 <i>vs.</i> R2

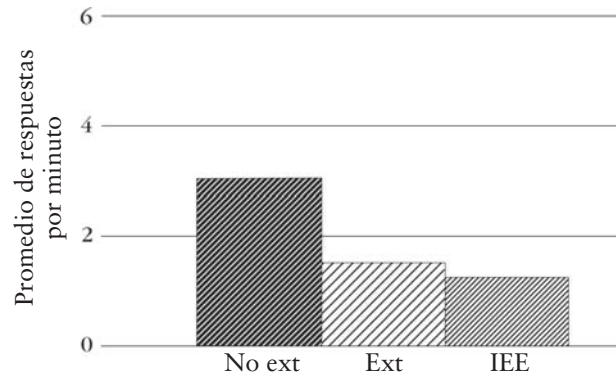
R y L eran los estímulos discriminativos (ruido y luz); Rc era una respuesta común para todos los sujetos (meter la nariz); P representa al reforzador consistente en una pella de comida; R1 y R2 eran las respuestas de presionar la palanca y jalar la cadena, que se contrabalancearon entre los sujetos.

deja intactas las asociaciones E-C y R-C, los investigadores han recurrido a los cambios en los mecanismos E-R para explicar el desempeño en extinción, llegando a la conclusión de que el no reforzamiento produce una asociación inhibitoria E-R; es decir: la falta de reforzamiento de una respuesta en presencia de un estímulo específico produce una asociación inhibitoria E-R que permite suprimir la respuesta cada vez que está presente el estímulo (E). En congruencia con el efecto de renovación, esta hipótesis predice que los efectos de la extinción serán sumamente específicos al contexto en que se extinguió la respuesta.

¿A qué se debe que la falta de reforzamiento produzca una asociación inhibitoria E-R? Para responder esta pregunta es importante tener en mente que la extinción involucra un tipo especial de no reforzamiento. Implica la falta de reforzamiento después de una historia de condicionamiento con presentaciones repetidas del reforzador. Sin esa historia previa la falta de reforzamiento no es extinción, sino que es más afín a la habituación. Esta es una distinción importante debido a que los efectos de la falta de reforzamiento dependen de manera crucial de la historia previa del sujeto. Si su pareja nunca le ha preparado café por la mañana, no se sentirá desilusionado si el café no está listo cuando se levante. Si nunca ha recibido una mesada, no se sentirá decepcionado si no la recibe. Lo que crea la desilusión o frustración es la omisión de una recompensa esperada. Se supone que esos efectos emocionales desempeñan un papel fundamental en la disminución conductual que ocurre durante la extinción.

Como se mencionó al inicio del capítulo, la extinción implica efectos tanto conductuales como emocionales. Estos últimos surgen de la frustración que se desencadena cuando un reforzador esperado no se presenta. Se considera que ante la expectativa de recompensa, la falta de reforzamiento dispara una reacción aversiva de frustración incondicionada (Amsel, 1958; Papini, 2003). Esta emoción aversiva desalienta la respuesta en el curso de la extinción por medio del establecimiento de una asociación inhibitoria E-R (Rescorla, 2001a).

El establecimiento de una asociación inhibitoria E-R en el curso de la extinción es ejemplificado por un experimento cuyos procedimientos se esbozan en la tabla 9.4. Ratas de laboratorio fueron sometidas primero a un entrenamiento discriminativo en que una respuesta común (meter la nariz en un hoyo) era reforzada con pellas de comida siempre que estaba presente un estímulo luminoso o ruidoso (L o R). Este entrenamiento se llevó a cabo de tal manera que la falta de reforzamiento en presencia de la luz o el ruido provocara frustración al introducir la extinción. Los objetivos de la extinción eran las respuestas de presionar la palanca o de jalar la cadena (denominadas como R1 y R2 y contra-

**FIGURA 9.9**

Demostración de que la extinción involucra la adquisición de una asociación inhibitoria E-R que es específica al estímulo en cuya presencia no se reforzó dicha respuesta (consulte también el resumen de dicho procedimiento en la tabla 9.4). Una respuesta particular ocurría con menor frecuencia durante el estímulo ante el cual se había extinguido la respuesta (Ext) que durante un estímulo alternativo (No Ext). (Tomado de "Inhibitory Associations between S and R in Extinction", por R. A. Rescorla, *Animal Learning & Behavior*, Vol. 21, figura 7, p. 333. Derechos reservados 1993, por Psychonomic Society, Inc. Reproducido con autorización.)

balanceadas entre los sujetos). Al principio, R1 y R2 eran reforzadas, una vez más, con pellas de comida, pero advierta que R1 y R2 no eran reforzadas en presencia de la luz y el ruido. Consecuentemente, no se esperaba que este entrenamiento con el reforzamiento estableciera asociaciones E-R que involucraran a la luz y al ruido.

La extinción se llevó a cabo en la tercera fase y consistió en presentaciones de la luz y del ruido (para crear la expectativa de recompensa) y en que podían emitirse R1 o R2 pero no eran reforzadas. Se supone que la fase de extinción estableció asociaciones inhibitorias E-R que implicaban L-R1 y R-R2. Para probar la presencia de dichas asociaciones se permitió a los sujetos elegir entre R1 y R2 en presencia de la luz y el ruido. Si en extinción se hubiera establecido una asociación inhibitoria L-R1, se predeciría que los sujetos darían menos respuestas R1 que R2 al ser probados con la luz. De la misma manera, se esperaría que emitieran menos respuestas R2 que R1 al ser probados con el ruido. Advierta que esta respuesta diferencial no puede explicarse en términos de cambios en las asociaciones R-C o E-C, pues dichos cambios tendrían que haber influido por igual en R1 y R2.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 9.9. Se ejemplifica la respuesta para el intervalo entre ensayos (IEE) y en presencia del estímulo (L o R) ante el cual se había extinguido o no la respuesta. Durante el estímulo presente en su extinción la respuesta fue significativamente menor que la respuesta durante el estímulo alternativo. Además, la respuesta producida por el estímulo de extinción no era significativamente mayor que la ocurrida durante el intervalo entre ensayos. Esos resultados indican que el procedimiento de extinción producía una asociación inhibitoria E-R que era específica a un estímulo y una respuesta particulares. (Para conocer estudios relacionados, consulte el trabajo de Rescorla, 1997.)

Efectos paradójicos de la recompensa

Si la disminución de la respuesta en extinción se debe a los efectos frustrantes de la ausencia inesperada de reforzamiento, entonces se esperaría que la ex-

tinción fuese más rápida después del entrenamiento, el cual establece mayores expectativas de recompensa. Este es en efecto el caso y ha dado lugar a una serie de efectos paradójicos. Por ejemplo, entre más entrenamiento se proporcione con reforzamiento, mayor será la expectativa de recompensa y, por consecuencia, más fuerte será la frustración que ocurra cuando se introduzca extinción. A su vez, eso debería producir una extinción más rápida. Esta predicción ha sido confirmada y se conoce como el **efecto del sobreentrenamiento en extinción** (Ishida y Papini, 1997; Senkowski, 1978; Theios y Brelsford, 1964).

El efecto del sobreentrenamiento en extinción es paradójico, pues representa menos respuestas en extinción posterior a un entrenamiento con más reforzamiento. De manera informal, se podría creer que el entrenamiento exhaustivo debería crear una respuesta fuerte que fuese más resistente a la extinción, cuando en realidad sucede lo contrario, en especial cuando el entrenamiento involucra reforzamiento continuo más que reforzamiento intermitente.

Otro efecto paradójico de la recompensa que refleja mecanismos similares es el **efecto de la magnitud del reforzamiento en extinción**. Este fenómeno se refiere al hecho de que la respuesta disminuye con más rapidez en extinción posterior al reforzamiento con un reforzador más grande (Hulse, 1958; Wagner, 1961) y que también puede explicarse fácilmente en términos de los efectos frustrantes de la falta de recompensa. El no reforzamiento puede ser más frustrante si el individuo ha llegado a esperar una recompensa grande que si el individuo espera una recompensa pequeña. Considere los siguientes escenarios: en uno usted recibe 100 dólares mensuales de sus padres para ayudarlo con los gastos imprevistos en la universidad; en otro sólo recibe 20 dólares al mes. En ambos casos sus padres dejan de darle el dinero cuando abandona la escuela por un semestre. Esta falta de reforzamiento sería más aversiva si hubiese llegado a esperar la mesada mensual más grande.

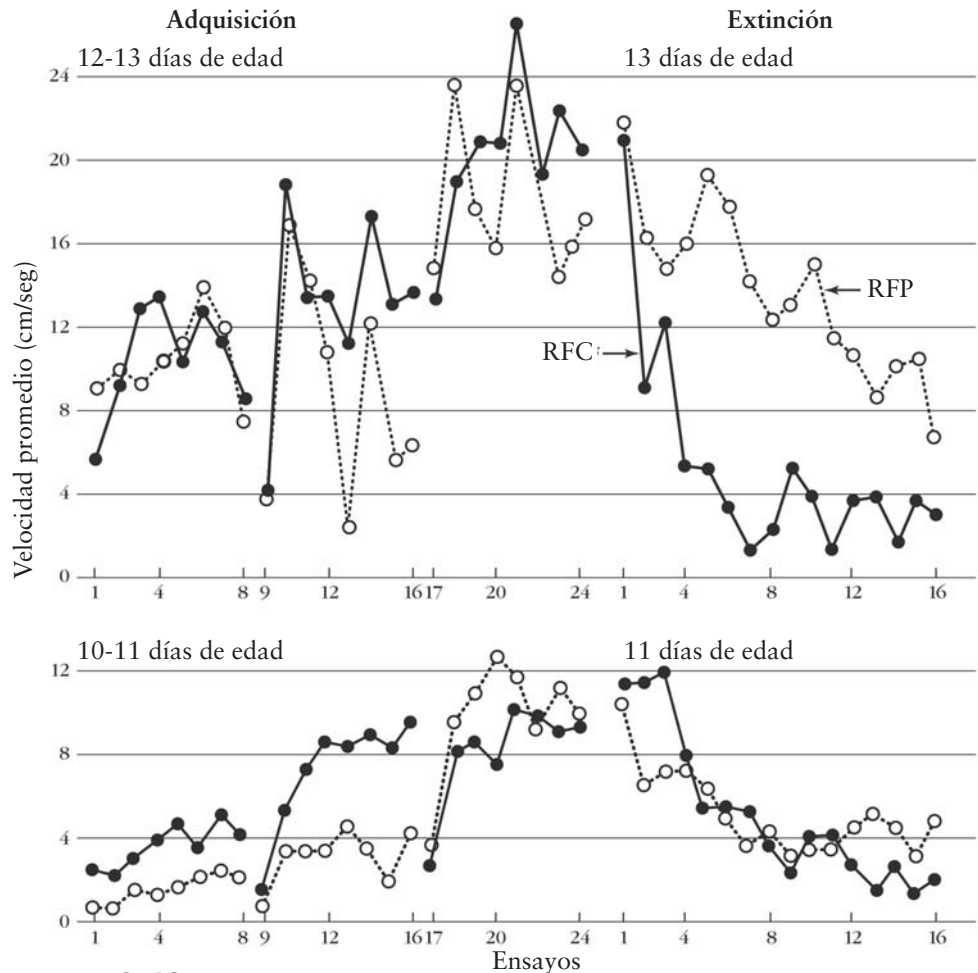
El efecto paradójico de la recompensa que más se ha investigado es el **efecto del reforzamiento parcial en la extinción**. Un factor clave que determina la magnitud de los efectos conductual y emocional de un procedimiento de extinción es el programa de reforzamiento que está en vigor antes de introducir el procedimiento de extinción. Varias características sutiles de los programas de reforzamiento pueden influir en la tasa de la extinción. Sin embargo, la variable más importante es si la respuesta instrumental era reforzada cada vez que ocurría (**reforzamiento continuo**) o sólo algunas de las veces que se presentaba (*reforzamiento intermitente* o *parcial*). La extinción es mucho más lenta e involucra menos reacciones de frustración si antes de introducir la extinción estaba en efecto un programa de reforzamiento parcial en lugar de uno de reforzamiento continuo. Este fenómeno se conoce como *efecto del reforzamiento parcial en la extinción (ERPE)*.

En un estudio interesante se examinó la aparición del efecto del reforzamiento parcial en la extinción en el curso del desarrollo posnatal con crías de ratas como sujetos (Chen y Amsel, 1980). A las crías de las ratas se les permitió correr o arrastrarse por un pasillo para tener la oportunidad de succionar y obtener leche como reforzador. Algunas crías fueron reforzadas en cada ocasión (reforzamiento continuo) mientras que otras sólo fueron reforzadas algunas veces (reforzamiento parcial). Después del entrenamiento, se probó a todas las crías en condiciones de extinción. El experimento se repitió con crías de dos edades distintas. En una de las repeticiones, el experimento empezó cuando las crías tenían 10 días de edad;



Cortesía de A. Amsel

A. Amsel

**FIGURA 9.10**

Surgimiento del efecto del reforzamiento parcial en extinción entre el décimo y el duodécimo días de vida de crías de rata. Durante la adquisición se reforzó a las crías con la oportunidad de succionar leche después de correr por un pasillo en un programa de reforzamiento continuo o de reforzamiento parcial. Después de tres sesiones de entrenamiento con reforzamiento se introdujo la extinción. (Tomado de "Learned Persistence at 11-12 Days but not at 10-11 Days in Infant Rats", por J. S. Chen y A. Amsel, en *Developmental Psychobiology*, Vol. 13, figura 1, p. 484 © 1980, John Wiley & Sons, Inc. Reproducido con autorización de John Wiley & Sons, Inc.)

en otra, el experimento empezó cuando tenían 12 días de edad, apenas dos días más tarde. Los resultados se presentan en la figura 9.10.

Todas las crías adquirieron la respuesta de correr por el pasillo. Como era de esperar, las ratas de 12 días de edad corrieron más rápido que las de 10 días, pero estas últimas también aumentaron las velocidades de la carrera con el entrenamiento. Este incremento se debió al reforzamiento instrumental más que al desarrollo, ya que cuando se introdujo la extinción, todos los sujetos se mostraron más lentos. No obstante, la diferencia en extinción entre el reforzamiento continuo y el reforzamiento parcial sólo se desarrolló para las crías que empezaron el experimento a los 12 días de nacidas, pero no en las de 10 días. A partir de diversas líneas de evidencia, Amsel (1992) llegó a la

conclusión de que esta diferencia en el desarrollo en el surgimiento del efecto del reforzamiento parcial en la extinción está relacionada con la rápida maduración del hipocampo durante esta etapa de la vida de las crías de rata.

La persistencia de la respuesta creada por el **reforzamiento intermitente** puede ser notable. Los apostadores habituales están a merced del reforzamiento intermitente. Las ganancias ocasionales los alientan a seguir apostando durante secuencias largas de pérdidas. El reforzamiento intermitente también puede tener consecuencias indeseables en la crianza. Por ejemplo, considere a un niño que va montado en el carrito del supermercado mientras sus padres hacen las compras. El niño les pide que le compren una golosina, a lo que los padres se niegan. El niño lo pide una y otra vez y luego empieza una rabieta, pues los padres siguen diciendo que no. En este punto, es probable que los padres cedan para evitar la vergüenza pública. Al comprarle al final la golosina, los padres habrán proporcionado reforzamiento intermitente para las exigencias repetidas; también habrán reforzado la conducta de hacer rabietas. El reforzamiento intermitente de las peticiones de dulces volverán al niño muy persistente (y detestable) en sus peticiones de golosinas en las futuras visitas al supermercado.

Aunque la mayor parte de los estudios sobre el efecto del reforzamiento parcial en la extinción han empleado procedimientos de condicionamiento instrumental, dicho efecto también ha sido demostrado en el condicionamiento pavloviano (Haselgrove, Aydin y Pearce, 2004; Rescorla, 1999c). En los primeros estudios, el efecto del reforzamiento parcial en la extinción sólo se encontraba en los estudios que comparaban los efectos del reforzamiento continuo y el reforzamiento parcial en diferentes grupos de sujetos. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que dicho efecto también ocurre en los mismos sujetos si éstos experimentan reforzamiento continuo en presencia de un grupo de señales y reforzamiento intermitente ante otros estímulos (Nevin y Grace, 2005; Rescorla, 1999c; Svartdal, 2000).

Mecanismos del efecto del reforzamiento parcial en la extinción

Quizá la explicación más evidente del efecto del reforzamiento parcial en la extinción sea que es más sencillo detectar la introducción de la extinción, después del reforzamiento continuo, que luego del reforzamiento parcial. Si en el entrenamiento no se obtiene reforzamiento, después de cada respuesta, no se puede advertir de inmediato cuándo se omiten del todo los reforzadores en la extinción. Se supone que la detección de la ausencia del reforzamiento es mucho más sencilla después del reforzamiento continuo. Esta explicación del efecto del reforzamiento parcial en la extinción se conoce como **hipótesis de la discriminación**.

Aunque la hipótesis de la discriminación es factible, el efecto del reforzamiento parcial en la extinción no es tan simple. En una ingeniosa prueba de la hipótesis, Jenkins (1962) y Theios (1962) entrenaron primero a un grupo de animales con reforzamiento parcial y a otro con reforzamiento continuo. Ambos grupos fueron sometidos luego a una fase de reforzamiento continuo antes de introducir la extinción. Dado que el procedimiento de extinción se introdujo inmediatamente después del entrenamiento de reforzamiento continuo en ambos grupos, la extinción debería haber sido igualmente perceptible o discriminable para ambos. No obstante, Jenkins y Theios encontraron que los sujetos que al principio recibieron entrenamiento con reforzamiento parcial respondieron más en extinción. Esos resultados indican que la persistencia de la

respuesta producida por el reforzamiento parcial no se debe a la mayor dificultad para detectar el inicio de la extinción, más bien, los sujetos aprenden algo duradero del reforzamiento parcial que llevan consigo incluso si luego reciben reforzamiento continuo. El reforzamiento parcial parece enseñar a los sujetos a no rendirse ante el fracaso, y esta persistencia aprendida se conserva incluso si los sujetos experimentan una secuencia ininterrumpida de éxitos.

¿Qué aprenden los sujetos durante el reforzamiento parcial que los hace luego más persistentes ante una racha de mala suerte o de fracaso? Se han realizado cientos de experimentos en un intento por responder esta pregunta. Esos estudios indican que el reforzamiento parcial promueve la persistencia de dos maneras distintas. Una explicación, la **teoría de la frustración**, se basa en lo que aprenden los sujetos acerca de los efectos emocionales de la falta de recompensa durante el entrenamiento con reforzamiento parcial. La otra explicación, la **teoría secuencial**, se basa en lo que los sujetos aprenden acerca de la memoria de la no recompensa.

Teoría de la frustración

La teoría de la frustración fue desarrollada por Abram Amsel (1958, 1962, 1967, 1992; consulte también el trabajo de Papini, 2003). Según esta teoría, la persistencia en extinción es resultado de aprender algo paradójico, a saber, seguir respondiendo cuando uno espera ser frustrado o no recibir reforzamiento. Este aprendizaje ocurre en etapas. El reforzamiento intermitente implica ensayos reforzados y ensayos no reforzados. Los ensayos reforzados llevan a los individuos a esperar reforzamiento mientras que los ensayos no reforzados los llevan a esperar la ausencia de la recompensa. En consecuencia, el reforzamiento intermitente al inicio da lugar al aprendizaje de dos expectativas en competencia, las cuales conducen a conductas en conflicto: la expectativa de la recompensa estimula a los sujetos a responder mientras que la anticipación de la no recompensa desalienta la respuesta. No obstante, a medida que continúa el entrenamiento, el conflicto se resuelve a favor de la respuesta.

La solución del conflicto ocurre, pues en el programa típico de reforzamiento parcial el reforzamiento no es predecible. Por consiguiente, la respuesta instrumental termina por ser reforzada en algunas de las ocasiones en que el sujeto no espera la recompensa. Debido a dichas experiencias, la respuesta instrumental se condiciona a la expectativa de la no recompensa. De acuerdo con la teoría de la frustración, esa es la clave de la persistencia de la respuesta en extinción. Con el entrenamiento suficiente, *el reforzamiento intermitente tiene como resultado aprender a dar la respuesta instrumental cuando el sujeto espera no recibir recompensa*. Una vez que la respuesta se ha condicionado a la expectativa de no recompensa, la respuesta persevera cuando se introduce la extinción. En contraste, en la experiencia del reforzamiento continuo nada hay que aliente a los sujetos a responder cuando no esperan recompensa. Por lo tanto, el reforzamiento continuo no produce persistencia en extinción.

Teoría secuencial

La principal alternativa a la teoría de la frustración, la teoría secuencial, fue propuesta por Capaldi (1967, 1971), quien la planteó en términos de conceptos de memoria. Supone que los sujetos pueden recordar si en el pasado reciente fueron reforzados o no por realizar la respuesta instrumental, y que recuerdan los



Cortesía de E. J. Capaldi

E. J. Capaldi

ensayos recientes recompensados y no recompensados. La teoría también supone que durante el entrenamiento con reforzamiento intermitente, el recuerdo de la no recompensa se convierte en una señal para realizar la respuesta instrumental. La forma precisa en que esto sucede depende de la secuencia en que se llevan a cabo los ensayos recompensados (R) y los no recompensados (N). Esa es la razón por la que la teoría se denomina *secuencial*.

Considere la siguiente secuencia de ensayos: RNNRRNR. En esta secuencia el sujeto es reforzado en el primer ensayo, no recibe recompensa en los dos ensayos siguientes, luego es reforzado dos veces, después no es recompensado y luego recibe recompensa de nuevo. En esta serie resultan cruciales el cuarto y el último ensayo, por lo que aparecen subrayados. En el cuarto ensayo se refuerza al sujeto después de no haber sido reforzado en los dos ensayos precedentes. Debido a ello, el recuerdo de los dos ensayos sin recompensa se convierte en una señal para responder. La respuesta ante el recuerdo de la no recompensa vuelve a ser reforzada en el último ensayo. Aquí, el animal es reforzado por responder ante el recuerdo de un ensayo no reforzado. Con suficientes experiencias de este tipo, el sujeto aprende a responder cada vez que recuerda no haber sido reforzado en los ensayos precedentes. Este aprendizaje genera persistencia de la respuesta instrumental en extinción. (Para conocer otros estudios sobre este mecanismo, consulte los trabajos de Capaldi, Alptekin y Birmingham, 1996; Capaldi, Alptekin, Miller y Barry, 1992; Haggblom *et al.*, 1990.)

Algunos consideran que la teoría de la frustración y la teoría secuencial son explicaciones rivales del efecto del reforzamiento parcial en la extinción. Sin embargo, desde que se propusieron ambos mecanismos, se ha obtenido un impresionante conjunto de evidencia en apoyo de cada teoría. Por consiguiente, es poco probable que una teoría sea correcta y la otra errónea. Una forma mejor de pensar en ellas es considerar que ambas teorías señalan formas distintas en que el reforzamiento parcial puede promover la respuesta durante extinción. Los mecanismos de memoria pueden hacer una contribución mayor cuando los ensayos de entrenamiento se programan de manera cercana y es más fácil recordar lo que sucedió en el ensayo anterior. En contraste, el aprendizaje emocional descrito por la teoría de la frustración es menos sensible a los intervalos entre ensayos y por ende proporciona una mejor explicación del efecto del reforzamiento parcial en extinción cuando se emplean ensayos de entrenamiento muy espaciados.

Todos los estudios descritos en esta sección involucraron condicionamiento apetitivo porque la mayor parte de los experimentos enfocados en los efectos emocionales de la extinción y en el aprendizaje de asociaciones inhibitorias E-R se han realizado en situaciones de condicionamiento apetitivo. No obstante, pueden generarse argumentos y mecanismos similares para la extinción en situaciones aversivas. En este caso, la omisión inesperada del estímulo aversivo debería producir alivio y el aprendizaje apoyado por dicho alivio debería dar lugar a la inhibición del temor. La aplicación de esas ideas a las situaciones aversivas es un área vasta y abierta a la investigación.

RESISTENCIA AL CAMBIO Y MOMENTO CONDUCTUAL

Otra forma de pensar en la persistencia de la respuesta en extinción es suponer que representa la resistencia al cambio en contingencias de reforzamiento que ocurre cuando se introduce el procedimiento de extinción (Nevin y Grace, 2005). Nevin

y Grace han considerado en términos más amplios la resistencia al cambio y propusieron el concepto de **momento conductual** para describir la susceptibilidad de la conducta a las alteraciones (Grace y Nevin, 2004; Nevin, 1992; Nevin y Grace, 2000). El término *momento conductual* se basa en una analogía con el momento de la física de Newton. El momento de un objeto físico es el producto de su peso (o masa) y su velocidad. Una bala que se mueve a gran velocidad y un tren de carga que se mueve con lentitud poseen ambos una gran cantidad de momento. La bala es ligera pero se mueve a gran velocidad; el tren de carga es mucho más lento, pero es mucho más pesado. En ambos casos el producto de peso $\times$ velocidad es grande, lo que indica un gran momento. Su considerable momento hace difícil detener a la bala y al tren de carga y también los hace resistentes al cambio. Por analogía (desarrollada con ecuaciones matemáticas), la hipótesis del momento conductual plantea que la conducta que tiene una gran cantidad de momento también resultará difícil de “detener” o de alterar por medio de diversas manipulaciones.

La investigación sobre el momento conductual se ha realizado mediante el uso de programas múltiples de reforzamiento. Como se describió en el capítulo 8, un programa múltiple tiene dos o más componentes, cada uno de ellos es identificado por un estímulo distintivo y el programa de reforzamiento que lo acompaña. Los programas múltiples son populares en los estudios del momento conductual, pues permiten a los investigadores comparar la susceptibilidad de la conducta a la interrupción en dos condiciones diferentes en la misma sesión y con el mismo sujeto. Por ejemplo, se podría estar interesado en saber si añadir reforzadores gratuitos a un programa de reforzamiento aumenta la resistencia de la conducta al cambio. La pregunta puede responderse usando un programa múltiple en que cada componente tiene el mismo programa IV pero en que uno de los componentes también incluye reforzadores adicionales que se entregan de manera independiente de la respuesta (Podlesnik y Shahan, 2008).

En los estudios del momento conductual se han examinado diferentes formas de interrupción. Esos estudios han incluido proporcionar comida adicional antes de la sesión experimental, proporcionar comida adicional durante los intervalos entre los componentes del programa múltiple y suspender el reforzamiento (extinción). La mayor parte de los experimentos han sido realizados con palomas y ratas (Bell, Gómez y Kessler, 2008; Odum, Shahan y Nevin, 2005), pero cada vez hay más interés en explorar las implicaciones del momento conductual en el análisis conductual aplicado, porque la mayor parte de las aplicaciones de los principios de la conducta implican esfuerzos por cambiar la conducta de alguna manera. (El trabajo de Roane, Kelley, Trosclair y Hauer, 2004, hace un análisis de los juegos femeninos de baloncesto en términos del momento conductual.)

Los estudios del momento conductual han alentado dos conclusiones importantes. La primera es que el *momento conductual se relaciona directamente con la tasa de reforzamiento* (Nevin y Grace, 2000). Una tasa más alta de reforzamiento produce conducta con mayor momento y menos susceptible a la interrupción. Otro hallazgo común (pero no universal) es que el momento conductual no se relaciona con la tasa de respuesta. Por consecuencia, dos conductas que ocurren con tasas similares no necesariamente tienen grados similares de momento conductual (Nevin, Mandell y Atak, 1983). Se ha enfatizado la tasa de reforzamiento más que la tasa de respuesta como el determinante principal del momento conductual (Nevin y Grace, 2000). Esta conclusión es confirmada además por

estudios que demuestran que los programas que proporcionan tasas similares de reforzamiento pero tasas diferentes de respuesta producen igual momento y resistencia al cambio (Fath, Fields, Malott y Grossett, 1983).

La primacía de la tasa de reforzamiento sobre la tasa de respuesta como el determinante del momento conductual alentó a Nevin y Grace (2000) a atribuir el momento conductual principalmente al condicionamiento pavloviano o asociaciones E-C (McLean, Campbell-Tie y Nevin, 1996). Un curioso corolario de esta conclusión es que el momento conductual debería aumentar si se agregan reforzadores a un componente de un programa múltiple, incluso si esos reforzadores no son contingentes a la respuesta. Esta predicción se confirmó en un estudio con palomas al que se aludió antes (Podlesnik y Shahan, 2008), así como en estudios con niños con discapacidades del desarrollo (Ahearn *et al.*, 2003).

Los efectos de la tasa de reforzamiento sobre el momento conductual son ejemplificados en un estudio realizado con 10 estudiantes con discapacidades del desarrollo de entre siete y 19 años de edad (Dube, McIlvane, Mazitelli y McNamara, 2003). Se utilizó una variación de un juego de video que involucraba atrapar un icono o duendecillo en movimiento tocando la pantalla con un dedo o haciendo clic en el duende con una palanca de mando. Durante el entrenamiento de línea base se emplearon dos duendes diferentes (1 y 2), cada uno de los cuales se presentaba en ensayos separados. De este modo, cada duende representaba un componente de un programa múltiple. Las respuestas correctas eran reforzadas con fichas, puntos o dinero para diferentes participantes. En presencia de cada duende operaba un programa de reforzamiento de intervalo variable 12 segundos. Para incrementar la tasa de reforzamiento en uno de los componentes del programa múltiple, se agregaron reforzadores gratuitos al programa IV 12 segundos en tiempos variables que promediaban seis segundos (TV 6 segundos). No se requerían respuestas para obtener los reforzadores adicionales. Por consiguiente, un duendecillo estaba asociado con una tasa de reforzamiento más alta (IV 12 segundos + TV 6 segundos) que el otro duende (IV 12 segundos). La respuesta también fue entrenada en presencia de un tercer duendecillo y se reforzó de acuerdo a un programa IV ocho segundos. El tercer duende se utilizó al final del experimento para probar la resistencia al cambio.

Después que la respuesta estaba bien establecida para todos los duendes, se llevaron a cabo pruebas de momento conductual. En cada una de esas pruebas

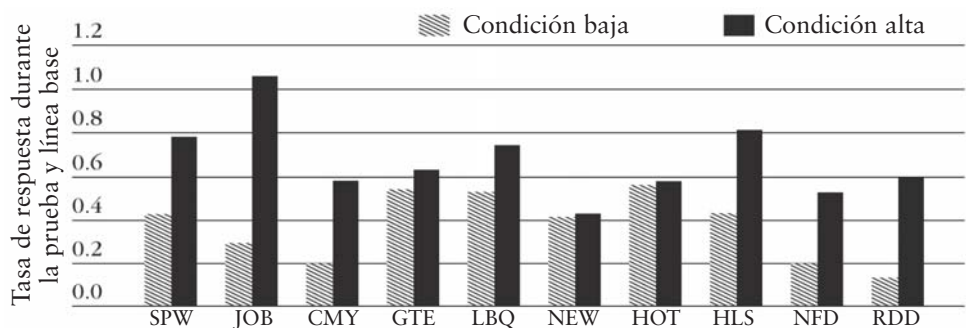


FIGURA 9.11

Tasa relativa de respuesta durante dos componentes de un programa múltiple que implicaban una tasa de reforzamiento baja o alta durante una prueba de momento conductual para 10 estudiantes identificados por las letras en el eje horizontal. (Tomado de Dube *et al.*, 2003, figura 1, página 139.)

se presentaron por separado el duende 1 o el duende 2 de la manera habitual. Sin embargo, durante las pruebas también apareció el tercer duendecillo como un distractor. La pregunta fue cuánta interrupción ocasionaría esto en la respuesta ante los duendes 1 y 2 y si el grado de interrupción sería diferente dependiendo de la tasa de reforzamiento asociada con cada uno de los dos primeros duendecillos.

Los resultados del experimento se resumen por separado para cada participante en la figura 9.11. Los datos se presentan como proporción de la respuesta ocurrida durante la prueba de momento (cuando apareció el duende 3 como distractor), como proporción de la respuesta en línea base (cuando los duendes 1 y 2 aparecían solos). Una calificación de 1.0 indica que el duende 3 no ocasionó interrupción. En todos los participantes ocurrió alguna interrupción, pero el hallazgo principal fue que la respuesta mostró menos interrupción en presencia del duendecillo asociado con la tasa de reforzamiento más alta. Este efecto, que fue pronosticado por la hipótesis del momento conductual, resultó claro en nueve de los 10 participantes.

COMENTARIOS FINALES

La extinción es una de las áreas más activas en la investigación contemporánea de la teoría de la conducta. Aunque el fenómeno fue identificado por Pavlov hace más de 100 años, buena parte de lo que sabemos acerca de la extinción fue descubierto en los últimos 20 años. Antes de ello se realizó mucho trabajo sobre el efecto del reforzamiento parcial en extinción. Esa línea de trabajo, y su contraparte contemporánea en los estudios del momento conductual, se encauzó en los factores que contribuyen a la persistencia de la respuesta. En contraste, el resto de los estudios sobre la extinción se han concentrado en las condiciones que promueven la disminución de la respuesta condicionada y las circunstancias en que se recupera la respuesta. Esos temas resultan de gran interés para la investigación aplicada por sus implicaciones para la terapia por exposición, así como también para las recaídas. Por desgracia, no existen respuestas simples. Como comentaron Bouton y Wood (2008), “la extinción es un fenómeno de gran complejidad, incluso cuando se analiza a un nivel meramente conductual” (p. 166).

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa las consecuencias conductuales y emocionales básicas de la extinción.
2. Detalle las diversas maneras en que el control de la conducta por las señales contextuales es relevante para los efectos conductuales de la extinción.
3. Relate la manera en que el uso de estímulos compuestos en extinción puede mejorar dicho proceso.
4. Defina la evidencia que identifica el desarrollo de asociaciones inhibitorias E-R en extinción.
5. Describa el efecto del reforzamiento parcial en extinción y las principales explicaciones de dicho fenómeno.
6. Refiera el concepto de momento conductual y especifique las ventajas y las desventajas de dicho concepto.

TÉRMINOS CLAVE

- consolidación** Establecimiento de una memoria de forma relativamente permanente de modo que esté disponible para la recuperación mucho tiempo después de la adquisición original.
- efecto de la magnitud del reforzamiento en extinción** Menor persistencia de la conducta instrumental luego del entrenamiento con un reforzador grande que después del entrenamiento con un reforzador pequeño o moderado. El efecto es más destacado con el reforzamiento continuo.
- efecto del reforzamiento parcial en la extinción (ERPE)** Término utilizado para describir la mayor resistencia de la respuesta instrumental en extinción después del entrenamiento con el reforzamiento parcial (o intermitente) luego del entrenamiento con el reforzamiento continuo.
- efecto del sobreentrenamiento en extinción** Menor persistencia de la conducta instrumental en extinción luego del entrenamiento exhaustivo con el reforzamiento (sobreentrenamiento) que luego de niveles moderados de entrenamiento con el reforzamiento. Los efectos son más destacados con el reforzamiento continuo.
- extinción (en el condicionamiento clásico)** Disminución de una respuesta aprendida que ocurre, pues el estímulo condicionado deja de ser emparejado con el estímulo incondicionado. Además, el procedimiento que consiste en presentar de manera repetida el estímulo condicionado sin el estímulo incondicionado.
- extinción (en el condicionamiento instrumental)** Disminución de la respuesta instrumental que ocurre, ya que la respuesta ya no es seguida por el reforzador. Además, el procedimiento que consiste en dejar de reforzar la respuesta instrumental.
- frustración** Reacción emocional aversiva que resulta de la ausencia inesperada del reforzamiento.
- hipótesis de la discriminación** Explicación del efecto del reforzamiento parcial en la extinción según la cual la extinción es más lenta después del reforzamiento parcial que luego del reforzamiento continuo, ya que después del reforzamiento parcial es más difícil detectar el inicio de la extinción.
- momento conductual** Susceptibilidad de la respuesta a la interrupción por manipulaciones como la alimentación antes de la sesión, la entrega gratuita de comida, o un cambio en el programa de reforzamiento.
- olvido** Reducción de una respuesta aprendida que ocurre debido al paso del tiempo y no por experiencias particulares.
- reforzamiento continuo** Programa de reforzamiento en que cada presentación de la respuesta instrumental produce el reforzador. Se abrevia RFC.
- reforzamiento intermitente** Programa de reforzamiento en que sólo se refuerzan algunas de las emisiones de la respuesta instrumental. La respuesta instrumental se refuerza de manera ocasional o intermitente. Se denomina también *reforzamiento parcial*.
- renovación** Recuperación de la respuesta excitatoria ante un estímulo extinguido producida por el cambio de las señales contextuales que estuvieron presentes durante la extinción.
- restablecimiento** Recuperación de la respuesta excitatoria ante un estímulo extinguido que se produce por medio de la exposición al estímulo incondicionado.
- teoría de la frustración** Teoría del efecto del reforzamiento parcial en la extinción; según dicha teoría, la extinción se demora después del reforzamiento parcial, pues la respuesta instrumental se condiciona a la anticipación de la frustración por la no recompensa.
- teoría secuencial** Teoría del efecto del reforzamiento parcial en extinción, según la cual la extinción es demorada después del reforzamiento parcial porque, ya que la respuesta instrumental se condiciona al recuerdo de la falta de recompensa.

Control aversivo: evitación y castigo

Conducta de evitación

Orígenes del estudio de la conducta de evitación

El procedimiento de evitación discriminada

Teoría de los dos procesos de la evitación

Análisis experimental de la conducta de evitación

Explicaciones teóricas alternativas de la conducta de evitación

El enigma de la evitación: comentarios finales

Castigo

Análisis experimental del castigo

Teorías del castigo

El castigo fuera del laboratorio

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

En este capítulo se aborda la manera con la cual puede controlarse la conducta por medio de la estimulación aversiva. La revisión se concentra en dos tipos de condicionamiento instrumental: la evitación y el castigo. El condicionamiento por evitación incrementa el desempeño de una conducta objetivo, mientras que el castigo la disminuye, pero en ambos casos los individuos aprenden a minimizar su exposición a la estimulación aversiva. Debido a esta semejanza, los análisis teóricos de la evitación y el castigo comparten algunos conceptos, aun cuando los análisis experimentales de la evitación y del castigo han avanzado, en su mayor parte, de manera independiente. Aquí se describirán los principales enigmas teóricos, así como los hallazgos empíricos en ambas áreas de investigación.

El miedo, el dolor y la decepción son una parte inevitable de la vida, por lo cual no sorprende nuestro interés en la manera en que la conducta es controlada por estímulos aversivos. En el estudio del control aversivo se han investigado, de manera exhaustiva, dos procedimientos: la evitación y el castigo. En un procedimiento de **evitación** el individuo realiza una respuesta específica para impedir la presentación de un estímulo aversivo. Por ejemplo, usted puede agarrarse del pasamanos para no resbalarse o sacar un paraguas para no mojarse con la lluvia. El procedimiento de evitación incluye una contingencia negativa entre una respuesta instrumental y el estímulo aversivo: si se realiza la respuesta se omite el estímulo aversivo. En contraste, el **castigo** involucra una contingencia positiva: la respuesta objetivo produce el resultado aversivo. Si toca una estufa caliente se va a quemar.

Los procedimientos de evitación incrementan la ocurrencia de la conducta instrumental, mientras que los procedimientos de castigo suprimen la respuesta instrumental. Sin embargo, en ambos procedimientos, el resultado final es un contacto menor con el estímulo aversivo, de ahí que ambos procedimientos implican periodos crecientes de seguridad. En un caso eso se logra haciendo algo, por lo cual es común referirse al condicionamiento de evitación como *evitación activa*. En el caso del castigo la mayor seguridad se consigue dejando de hacer algo, por esta razón, en ocasiones, se le denomina *evitación pasiva*.

A pesar de las semejanzas entre ellos, en el transcurso del estudio de la evitación y el castigo se han empleado diferentes enfoques de investigación. La investigación sobre la conducta de evitación se ha enfocado sobre todo en cuestiones teóricas. Los investigadores se han esforzado en tratar de determinar qué mecanismos son responsables de la conducta, cuya consecuencia principal es la ausencia de la estimulación aversiva. En contraste, los científicos interesados en el castigo se han concentrado en las consideraciones prácticas y éticas, como identificar los procedimientos que son eficaces para suprimir la conducta y las circunstancias en que se justifica el empleo de esos procedimientos.

CONDUCTA DE EVITACIÓN

El aprendizaje de la evitación se ha estudiado aproximadamente durante 100 años. En la mayor parte de los experimentos han participado ratas de laboratorio que aprenden a responder para evitar una descarga. Sin embargo, también se han realizado muchos estudios con participantes humanos así como también se han probado diversos estímulos aversivos que incluyen pérdidas monetarias, pérdidas de puntos y tiempo fuera del reforzamiento positivo (Declercq y De Houwer, 2008; DeFulio y Hackenberg, 2007; Molet, Leconte y Rosas, 2006).

Orígenes del estudio de la conducta de evitación

No es posible entender el estudio de la conducta de evitación sin haber comprendido sus raíces históricas. Las investigaciones experimentales de la evitación se originaron con los estudios del condicionamiento clásico. Los primeros experimentos de evitación fueron realizados por el psicólogo ruso Vladimir Bechterev (1913) como una extensión de la investigación de Pavlov, pero a diferencia de éste, Bechterev se interesaba en estudiar el aprendizaje asociativo en seres humanos. En un estudio, se indicó a los participantes que colocaran un dedo sobre una bandeja de metal; a continuación se presentaba un estímulo de advertencia (el EC) que era seguido de una breve descarga (el EI) a través de la bandeja de metal. Como se puede suponer, al recibir la descarga los participantes levantaban rápidamente el dedo, aunque después de unos cuantos ensayos también aprendieron a levantar el dedo en respuesta al estímulo de advertencia.

Al principio, el experimento de Bechterev fue considerado incorrectamente como un ejemplo común de condicionamiento clásico, aun cuando en el método de Bechterev los participantes determinaban si eran expuestos o no al EI. Si levantaban el dedo en respuesta al EC, en ese ensayo no recibían la descarga entregada a través de la bandeja de metal. Este aspecto del procedimiento constituye un alejamiento importante de los métodos de Pavlov, pues en el condicionamiento clásico estándar la realización de la respuesta condicionada no cancela (ni cambia) la presentación del EI.

El hecho de que el procedimiento usado por Bechterev no era el procedimiento estándar de condicionamiento clásico fue ignorado durante muchos años. Sin embargo, a inicios de la década de 1930 varias investigaciones empezaron a examinar la diferencia entre un procedimiento estándar de condicionamiento clásico y un procedimiento que incluía un componente de evitación instrumental (Schlosberg, 1934, 1936). Uno de los estudios de mayor influencia fue el realizado por Brogden, Lipman y Culler (1938).

Brogden y sus colaboradores probaron dos grupos de cobayos en una rueda de actividad (figura 10.1). El EC era un tono y el EI una descarga. La descarga hacía que los cobayos corriesen e hicieran girar la rueda. Para el grupo de condicionamiento clásico la descarga se presentaba siempre dos segundos después del inicio del tono. Para el grupo de condicionamiento de evitación, la descarga también seguía al tono cuando los animales no emitían la respuesta condicionada (un pequeño movimiento de la rueda). No obstante, si los animales del grupo de evitación movían la rueda mientras estaba presente el tono (EC) y antes que se presentara la descarga, se omitía la descarga programada. La figura 10.2 muestra el porcentaje de ensayos en el cual cada grupo emitió la respuesta condicionada. El grupo de

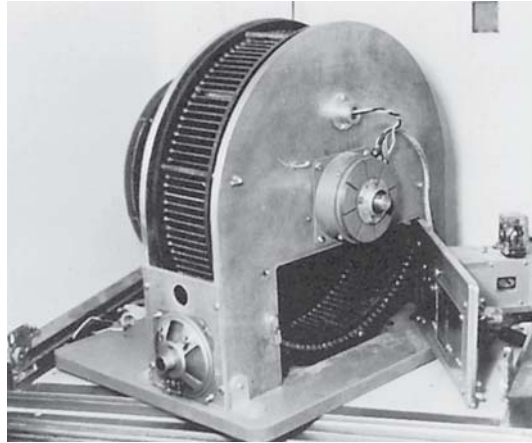


Foto cortesía del autor

FIGURA 10.1
Rueda de actividad moderna para roedores.

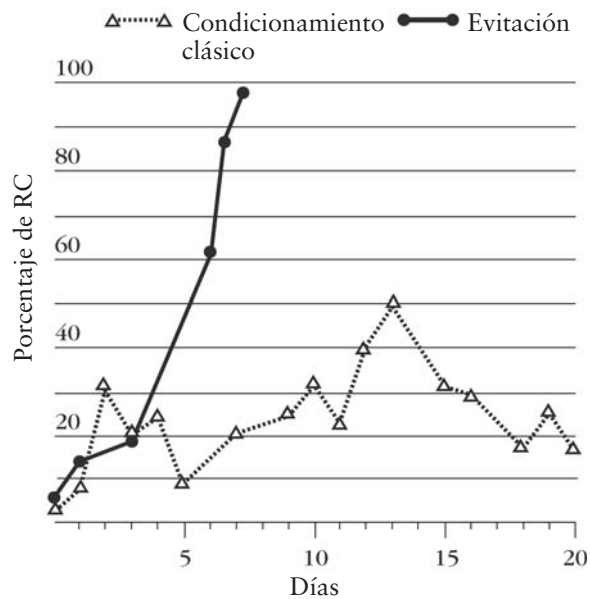


FIGURA 10.2
Porcentaje de ensayos con una respuesta condicionada en los días sucesivos del entrenamiento. La respuesta condicionada impedía la presentación de la descarga para el grupo de evitación, mas no para el grupo de condicionamiento clásico. (Tomado de "The Role of Incentive in Conditioning and Extinction", por W. J. Brogden, E. A. Lipman y E. Culler, 1938, *American Journal of Psychology*, 51, pp. 109-117.)

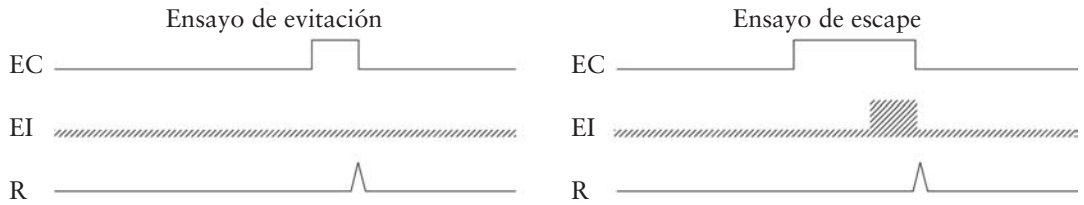


FIGURA 10.3

Diagrama del procedimiento de evitación discriminada o señalada. *Ensayo de evitación*: si el participante emite la respuesta requerida para la evitación durante el EC (la señal), pero antes que esté programado el EI (por ejemplo, una descarga), el EC termina y el EI se omite en ese ensayo. *Ensayo de escape*: si el participante no emite la respuesta requerida durante el intervalo EC-EI, se presenta la descarga programada y se mantiene hasta que ocurra la respuesta, con lo cual terminan el EC y el EI.

evitación aprendió muy pronto a dar la respuesta condicionada y a los ocho días de entrenamiento respondía en la totalidad de los ensayos. En contraste, el grupo de condicionamiento clásico nunca alcanzó este elevado nivel de desempeño.

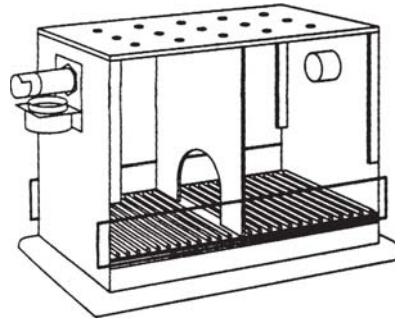
Los resultados obtenidos por Brogden y sus colaboradores demostraron que el condicionamiento de evitación es diferente al condicionamiento clásico estándar, con lo cual dieron lugar a años de investigación, que continúan hasta la fecha, sobre el aprendizaje de evitación.

El procedimiento de evitación discriminada

Si bien la conducta de evitación no es sólo otro caso de condicionamiento clásico, hasta ahora la herencia del condicionamiento clásico ha tenido gran influencia en los análisis experimentales y teóricos del estudio de la conducta de evitación. Los investigadores se han interesado en la importancia de la señal de advertencia en los procedimientos de evitación y en la relación de dichas señales de advertencia con el EI y con la respuesta instrumental. Preguntas experimentales de este tipo han sido investigadas exhaustivamente con procedimientos similares a los utilizados por Brogden y sus colaboradores. Este método se conoce como **evitación discriminada** o **señalada**. En la figura 10.3 se diagraman las características comunes del procedimiento de evitación discriminada.

Lo primero que se nota en el procedimiento de evitación discriminada es el hecho de que utiliza ensayos discretos. Cada ensayo es iniciado por el estímulo de advertencia o EC. Los eventos que ocurran posteriormente, dependen de lo que haga el participante. Si el sujeto emite la respuesta objetivo antes que se aplique la descarga, el EC termina y el EI se omite en ese ensayo. Esto constituye un **ensayo de evitación** exitoso. Si el sujeto no emite la respuesta requerida durante el intervalo EC-EI, la descarga programada se presenta y se mantiene hasta que ocurra la respuesta, momento en el cual terminan el EC y el EI. En este caso la respuesta instrumental resulta en el escape de la descarga; por consiguiente, a este tipo de ensayo se le conoce como **ensayo de escape**. En las primeras etapas del entrenamiento, la mayor parte de los ensayos son de escape, pero a medida que avanza el entrenamiento llegan a predominar los ensayos de evitación.

Los procedimientos de evitación discriminada suelen llevarse a cabo en una caja de vaivén como la que aparece en la figura 10.4. La caja de vaivén consta de dos compartimentos separados por una abertura a nivel del piso. El

**FIGURA 10.4**

Caja de vaivén. Ésta tiene en el piso una rejilla metálica y está separada en dos compartimentos por un pasadizo abovedado. La respuesta instrumental consiste en cruzar la caja de un lado a otro.

animal es colocado en un lado del aparato. Al inicio de un ensayo se presenta el EC (digamos, una luz o un tono). Si el sujeto cruza al otro lado antes que se presente la descarga, ésta no se presenta y el EC termina. Al final del intervalo entre ensayos, el siguiente ensayo puede empezar con el animal localizado en el segundo compartimento. Con este procedimiento, el animal va y viene entre ambos lados de la caja en los ensayos sucesivos. Esa es la razón por la que se conoce a la respuesta como **evitación de vaivén**. (El trabajo de Myers, Cohn y Clark, 2005, presenta un ejemplo reciente de la evitación de vaivén en una cepa endogámica de ratones.)

Existen dos tipos de procedimiento de evitación de vaivén. En el procedimiento descrito arriba, el animal se desplaza de izquierda a derecha en el primer ensayo y en el segundo lo hace de la manera inversa. Este tipo de procedimiento recibe el nombre técnico de *evitación de vaivén en dos sentidos*, ya que el animal se mueve en direcciones diferentes en los ensayos sucesivos. En el segundo tipo de evitación de vaivén, el animal empieza cada ensayo en el mismo lado del aparato y siempre se mueve en la misma dirección, hacia el otro lado. Este tipo de procedimiento se conoce como *evitación en un sentido*, y por lo general es más fácil de aprender que el procedimiento de dos sentidos.

Teoría de los dos procesos de la evitación

Los procedimientos de evitación implican una contingencia negativa entre una respuesta y un estímulo aversivo. Si uno emite las respuestas de evitación adecuadas, no se cae, no se moja ni se sale de la carretera. No hay placer particular que se derive de esas experiencias; lo único que uno logra es no salir lastimado. Se supone que la ausencia del estímulo aversivo es la razón de que se realicen las respuestas de evitación pero, ¿cómo puede la ausencia de algo proporcionar reforzamiento para la conducta instrumental? Esta es una pregunta fundamental en el estudio de la evitación.

Mowrer y Lamoreaux (1942) señalaron hace más de medio siglo que “la no obtención de algo difícilmente podría calificar, en y por sí mismo, como una recompensa” (p. 6). Desde entonces, se ha dedicado mucho esfuerzo intelectual a investigar lo que “obtienen” los sujetos en los procedimientos de condicionamiento de evitación que pudiera proporcionar reforzamiento para la respuesta de evitación. De hecho, la investigación de la conducta de evitación ha sido

**N. E. Miller**

dominada por esta pregunta teórica. La primera y más influyente solución del problema es la **teoría de los dos procesos de la evitación**, propuesta por Mowrer (1947) y perfeccionada por Miller (1951) y otros.

De una u otra forma, durante muchos años la teoría de los dos procesos ha sido el punto de vista teórico dominante en el aprendizaje de evitación y todavía disfruta de apoyo (Levis y Brewer, 2001; McAllister y McAllister, 1995). La teoría de los dos procesos no se considera ya una explicación completa del aprendizaje de evitación, pues otros enfoques abordan ciertos hallazgos de forma más directa. No obstante, la teoría sigue siendo el parámetro con el cual se comparan otras explicaciones de la conducta de evitación.

Como lo implica su nombre, la teoría de los dos procesos supone que en el aprendizaje de evitación participan dos mecanismos. El primero es un proceso de condicionamiento clásico activado por los emparejamientos del estímulo de advertencia (el EC) con el evento aversivo (el EI) en los ensayos en que el organismo no realiza la respuesta de evitación. Dado que el EI es un estímulo aversivo, el EC llega a provocar miedo a través del condicionamiento clásico. Por consiguiente, el primer componente de la teoría de los dos procesos es el *condicionamiento clásico del miedo al EC*. Como se analizó en los capítulos 3 y 9, buena parte de la investigación contemporánea se dedica a los mecanismos del condicionamiento del miedo, así como también a su extinción. La teoría de los dos procesos trata al miedo condicionado como una fuente de motivación para el aprendizaje de evitación.

El miedo es un estado desagradable y emocionalmente activador. Como se mencionó en el capítulo 5, la terminación de un evento desagradable o aversivo proporciona reforzamiento negativo a la conducta instrumental. El segundo proceso en la teoría de los dos procesos se basa en dicho reforzamiento negativo. Mowrer suponía que el aprendizaje de la respuesta instrumental de evitación ocurre cuando la respuesta termina con el EC y por lo tanto reduce el miedo condicionado que provoca el EC. De este modo, el segundo componente de la teoría de los dos procesos es el *reforzamiento instrumental de la respuesta de evitación por medio de la reducción del miedo*.

Hay varios aspectos notables en la teoría de los dos procesos. Primero, y quizá el más importante, está el hecho de que hay una dependencia mutua entre los procesos clásico e instrumental. El reforzamiento instrumental por medio de la reducción del miedo no es posible hasta que el miedo se ha condicionado al EC. Por consiguiente, primero tiene que ocurrir el proceso de condicionamiento clásico. Esto permite el reforzamiento de la respuesta instrumental por medio de la reducción del miedo. Sin embargo, las respuestas exitosas de evitación constituyen ensayos de extinción para el EC (ya que se omite el EI). Por lo tanto, la teoría de los dos procesos predice una interacción repetida entre los procesos clásicos e instrumentales.

Otro aspecto importante de la teoría de los dos procesos es que explica la conducta de evitación en términos del escape del miedo condicionado más que en términos de la prevención de la descarga. En la teoría de los dos procesos se considera que el hecho de que la respuesta de evitación impida la descarga es una consecuencia incidental y no el determinante principal de la conducta de evitación. El escape del miedo condicionado es el factor causal más importante. Eso permite que la respuesta instrumental sea reforzada por un evento tangible (la reducción del miedo) en lugar de por la mera ausencia de algo.

RECUADRO 10.1

El miedo y la amígdala

Gran parte de lo que hacemos es motivado por el miedo, y debido a que éste cumple una función de defensa y protección, los organismos están biológicamente preparados para aprender acerca de los estímulos que señalan peligro (como las serpientes o las alturas). Aunque dicho aprendizaje suele ser adaptativo, el miedo puede salirse de proporción respecto al peligro y producir una respuesta fóbica que disminuya la capacidad de la persona para funcionar.

Los neurocientíficos descubrieron que una pequeña región del cerebro, la amígdala, desempeña una función fundamental en la conducta mediada por el miedo (Fanselow y Poulos, 2005; Sigurdsson, Doyere, Cain y LeDoux, 2007). La amígdala (el término en latín para *almendra*) forma parte del sistema límbico, una región subcortical del cerebro que se cree que participa en el procesamiento de los estímulos emocionales. En los seres humanos, los escáneres cerebrales han revelado que el procesamiento de los estímulos relacionados con el miedo (como las fotografías de una expresión de miedo) activa la amígdala. Las lesiones en la amígdala afectan la capacidad de una persona para reconocer las señales de miedo, y la estimulación eléctrica de esta región produce sentimientos de miedo y aprensión.

El circuito neural que subyace al miedo condicionado ha sido explorado en animales de laboratorio por

medio de diversas técnicas fisiológicas, las cuales incluyen lesiones selectivas, estimulación localizada y registro fisiológico. En los animales, la estimulación eléctrica de la amígdala produce diversas respuestas conductuales y fisiológicas que indican miedo, como el congelamiento, un mayor sobresalto ante estímulos acústicos fuertes y cambios en el ritmo cardíaco. Por el contrario, las lesiones de la amígdala producen una criatura intrépida que no evita las situaciones peligrosas. En condiciones normales las ratas muestran señales de miedo en presencia de un depredador (como un gato), pero después de sufrir una lesión en la amígdala, una rata se acercará a un gato como si fuera un amigo al que no veía desde hacía mucho tiempo.

Las lesiones de la amígdala también interrumpen el aprendizaje sobre señales (EC) que han sido emparejadas con un evento aversivo (por ejemplo, con una descarga como EI) en un paradigma pavloviano. Como se ha aprendido, los animales pueden asociar varios tipos diferentes de estímulos con las descargas. En algunos casos, la señal puede ser relativamente simple, como una luz o un tono discretos, y en otros la descarga puede asociarse con una constelación de señales (como el contexto ambiental en que ocurre la descarga). En ambos casos, el emparejamiento del estímulo con la descarga produce un miedo condicionado, como lo indica el incremento inducido por el EC en el congelamiento y el sobresalto.

En el condicionamiento del miedo las señales neurales provocadas por el EC y el EI convergen dentro de la amígdala (figura 10.5). La información sobre el EI es proporcionada por diversos circuitos neurales, cada uno de los cuales es suficiente para apoyar el condicionamiento (Lanuza, Nader y LeDoux, 2004). La información acerca del EC es proporcionada por tres sistemas funcionalmente distintos, cada uno de los cuales puede

representar una cualidad distinta del estímulo. Una vía del EC a la amígdala es bastante directa, una trayectoria que sacrifica el detalle del estímulo en aras de la rapidez. Esta vía permite una respuesta rápida y prepara la actividad neural. Las entradas adicionales del EC llegan de la corteza y es probable que proporcionen una representación más lenta, pero más precisa, de las características del EC.

La tercera vía del EC transmite información que ha sido procesada por el hipocampo, una estructura que une conjuntos únicos de estímulos (Fanselow, 1999). Por ejemplo, en la vida cotidiana asociamos eventos específicos con el momento en que ocurrieron (por ejemplo, lo que desayunó usted ayer). Se requiere un tipo similar de aprendizaje para codificar la constelación de señales que distinguen a un contexto ambiental de otro. Ambos tipos de memoria son afectados si se lesiona el hipocampo, un déficit que contribuye a la disfunción de memoria que se observa en las enfermedades de Alzheimer y Korsakoff. En los sujetos animales, las lesiones al hipocampo no tienen efecto en la capacidad de la rata para aprender y recordar que un tono discreto predice una descarga. Pero esta misma rata es incapaz de asociar un contexto ambiental distinto con la descarga. Parece que el hipocampo desempeña un papel esencial en el procesamiento de estímulos complejos, uniendo los componentes para formar una representación configuracional que pueda ser asociada con la descarga.

Curiosamente, el papel del hipocampo cambia con el paso del tiempo. Cuando el organismo es expuesto por primera vez a un estímulo complejo, el hipocampo parece ser necesario para procesar las características interrelacionadas del estímulo, pero con el paso del tiempo la nueva representación parece estar consolidada y almacenada en algún otro sitio, presumiblemente dentro de la corteza. Una vez que se

(continúa)



M. S. Fanselow

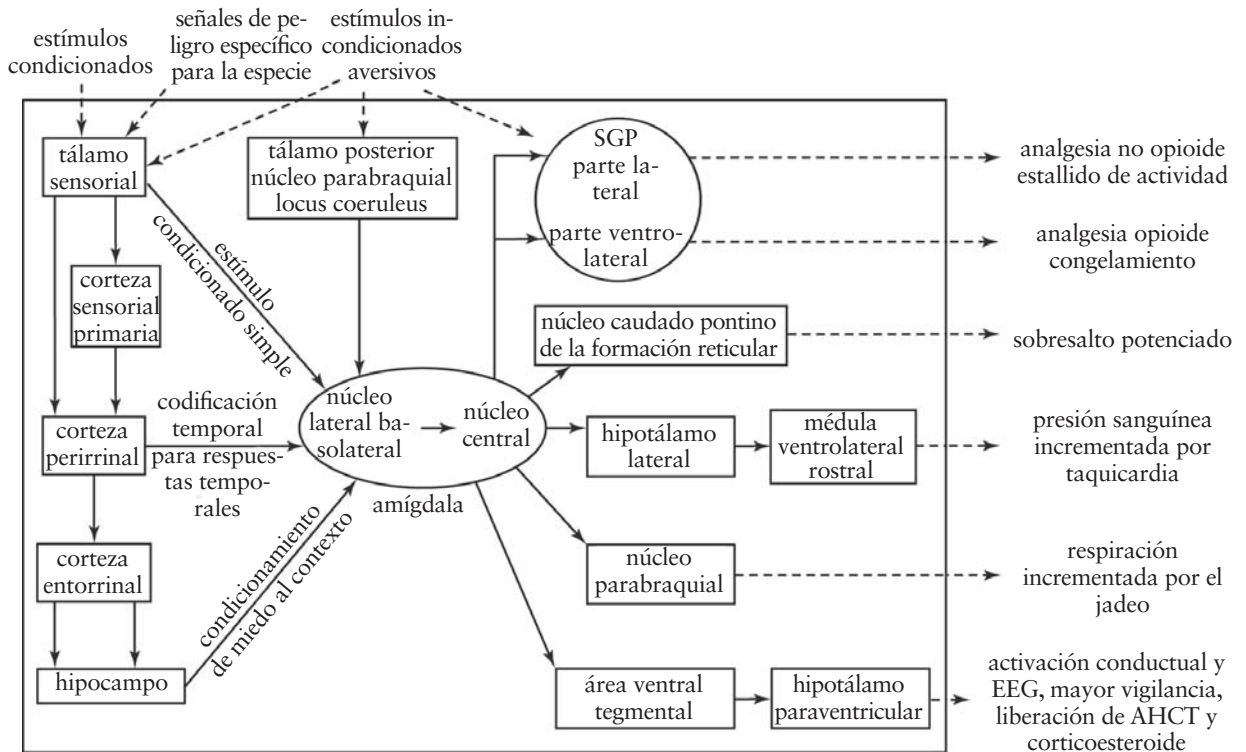
RECUADRO 10.1 (continuación)

FIGURA 10.5

Diagrama de flujo que ilustra algunos de los componentes neurales que intervienen en el miedo y la conducta defensiva. Un EI aversivo ocupa vías paralelas que se proyectan a la amígdala lateral/basolateral. La información sobre el EC es transmitida desde el tálamo sensorial, la corteza o por medio de un proceso dependiente del hipocampo. La salida es canalizada a través del núcleo central de la amígdala, el cual organiza la expresión de la conducta mediada por el miedo. Las proyecciones de varias estructuras del cerebro producen resultados conductuales distintos. (Fendt y Fanselow, 1989.)

ha establecido la naturaleza configuracional del estímulo, la cual en las ratas se lleva cerca de un mes, la nueva representación puede funcionar por sí misma sin el hipocampo. Como resultado, las lesiones del hipocampo tienen menos efecto si se realizan durante las últimas etapas del aprendizaje.

Los circuitos neurales activados por el EC y el EI convergen dentro de la amígdala en la región lateral (hacia los lados) y basal (inferior). Aquí, las entradas del estímulo pueden competir por la asociación con el EI, y las señales más predictivas ponen los cimientos de una forma de potenciación a largo plazo (PLP) que

ayuda a codificar la relación EC-EI (Sigurdsson *et al.*, 2007). Se cree que la potenciación a largo plazo subyace al almacenamiento de información en otras regiones del cerebro (recuadro 11.1) y que depende de la activación del receptor NMDA. La microinyección en la amígdala basolateral de un fármaco que bloquea al receptor NMDA interrumpe la adquisición del miedo condicionado. Además, se han observado cambios similares a la potenciación a largo plazo en las vías de entrada del EC, lo cual sugiere que múltiples fuentes de plasticidad sináptica contribuyen al desarrollo de una respuesta condicionada.

La salida del circuito del miedo se canaliza a través del núcleo central de la amígdala, la cual organiza la expresión del miedo condicionado. Esta estructura produce una amplia variedad de efectos conductuales y fisiológicos, cuyo resultado depende del sistema neural implicado. Por ejemplo, un aumento del sobresalto es mediado por una proyección neural a una región de la formación reticular del tallo cerebral (el núcleo pontino). Un poco por arriba de esta estructura del tallo cerebral, en el mesencéfalo, se encuentra una región conocida como sustancia gris periacueductal (SGP). Esta estructura desempeña un

(continúa)

RECUADRO 10.1 (continuación)

papel fundamental en la organización de la conducta defensiva. La parte que se localiza en los lados superiores (dorsolateral) organiza conductas defensivas activas que se necesitan para la lucha y huida. Esas conductas previas al ataque implican el contacto directo con un estímulo nocivo que supone una amenaza para la vida. La parte inferior (ventral) de la SGP media en la conducta de congelamiento provocada por el EC. Las ratas con lesiones limitadas a la SGP ventral muestran diversas medidas de miedo, pero no el congelamiento.

Un EC que predice una descarga también provoca una disminución en la reactividad al dolor. Esta analgesia condicionada ayuda al organismo a enfrentar un EI doloroso. La analgesia es mediada por un opioide de fabricación interna (endógeno) que, al igual que la morfina, disminuye la reactividad conductual a los estímulos nocivos. Igual que el congelamiento, esta respuesta fisiológica depende de las neuronas localizadas en el interior de la SGP ventral. Esta analgesia condicionada podría proporcionar una forma de retroalimentación negativa

que disminuye la eficacia de un EI aversivo esperado. Está bastante documentado que el aprendizaje de que una señal predice un evento aversivo puede bloquear el aprendizaje acerca de otras señales. Este efecto de bloqueo puede ser eliminado mediante la aplicación de un fármaco (un antagonista de los opioides) que impide la analgesia opioide, lo que ofrece una explicación fisiológica de por qué un EI esperado recibe menos procesamiento (Bolles y Fanselow, 1980; Fanselow, 1998).

J.W. Grau

Análisis experimental de la conducta de evitación

El aprendizaje de evitación ha sido el tema de muchos experimentos. Gran parte de la investigación ha sido estimulada por los esfuerzos para demostrar o refutar la teoría de los dos procesos. Si bien por razones de espacio no podemos revisar aquí toda la evidencia, consideraremos varios hallazgos importantes que deben ser tomados en cuenta para entender los mecanismos de la conducta de evitación.

Experimentos sobre la pulsión adquirida

En el procedimiento típico de evitación, en una serie de ensayos se entremezclan el condicionamiento clásico del miedo y el reforzamiento instrumental por medio de la reducción del miedo. Sin embargo, si esos dos procedimientos hacen contribuciones separadas al aprendizaje de evitación, entonces debería ser posible demostrar su operación en una situación en la cual no se entremezclen ambos tipos de condicionamiento. Esta es la meta de los *experimentos de la pulsión adquirida*.

La estrategia básica es condicionar primero el miedo a un EC con un procedimiento de condicionamiento clásico *puro* en que el EC se empareje con el EI sin importar lo que haga el sujeto. En la siguiente fase del experimento, los sujetos son expuestos periódicamente al EC que provoca el miedo y se les permite realizar una respuesta instrumental que elimine al EC (y que por consecuencia reduzca el miedo). En la segunda fase no se programan descargas. Este tipo de experimento se denominó originalmente de **pulsión adquirida**, pues la motivación para realizar la respuesta instrumental (el miedo) no es innata (como el hambre o la sed) sino que se aprende por medio del condicionamiento clásico. Recientemente, el procedimiento ha llegado a conocerse como **paradigma de escape del miedo (PEM)** (el trabajo de Cain y LeDoux, 2007, ofrece una revisión exhaustiva).

Los experimentos de escape del miedo por lo general confirman las predicciones de la teoría de dos procesos. Es decir, la terminación de un estímulo aversivo condicionado es un reforzador eficaz de la conducta instrumental. Este resultado fue demostrado primero en un experimento clásico de Brown y Jacobs (1949). En el trabajo clínico contemporáneo se ha renovado el interés

por el escape del miedo, ya que éste representa una transición de la reacción pasiva de miedo a una estrategia activa de afrontamiento que ayuda a superar el miedo y la ansiedad que conlleva el trauma (LeDoux y Gorman, 2001; Van der Kolk, 2006). En un estudio reciente, Esmoris-Arranz, Pardo-Vázquez y Vázquez-García (2003) compararon el aprendizaje del escape del miedo después del condicionamiento demorado y simultáneo en una caja de vaivén. En la fase inicial del experimento las ratas fueron confinadas en un lado de la caja de vaivén (el lado de la *descarga*) y recibieron 10 ensayos pavlovianos en cada una de tres sesiones. El EC era una señal audiovisual que duraba 15 segundos y el EI era una descarga leve en las patas con una duración de 15 segundos. El grupo de condicionamiento demorado siempre recibía el EI al final del EC; el grupo de condicionamiento simultáneo recibía el EI al mismo tiempo que el EC. Un tercer grupo servía como control y recibía el EC y el EI de manera no emparejada.

Después de la fase de condicionamiento de miedo, se retiró la barrera hacia el otro lado de la caja de vaivén y se probó el escape del miedo en las ratas. Cada ensayo empezaba con la rata colocada en el lado en el que se presentaba la descarga y con EC presente. Si la rata se desplazaba al otro lado en el lapso de un minuto, desactivaba el EC y se le permitía permanecer en el otro lado durante 30 segundos. Entonces comenzaba el siguiente ensayo. Las ratas que no se desplazaban al lado seguro en el curso de un minuto eran sacadas y colocadas en una caja de espera antes de iniciar su siguiente ensayo. En la figura 10.6 se muestra la latencia del escape al lado seguro. Tanto el grupo de condicionamiento demorado como el grupo de condicionamiento simultáneo mostraron una disminución en las latencias para escapar del estímulo de miedo a lo largo de los ensayos, lo que indica que aprendieron a escapar del miedo. En el grupo control no emparejado no se observaron cambios sistemáticos en la latencia del escape. Esos resultados muestran un claro aprendizaje del escape del miedo, tal como lo predice la teoría de los dos procesos (Cain y LeDoux, 2007).

Medición independiente del miedo durante la adquisición de la conducta de evitación

Otra estrategia importante que se ha empleado en investigaciones de la conducta de evitación implica mediciones independientes del miedo y de la respuesta instrumental de evitación. Este enfoque se basa en la suposición de que si el miedo motiva y refuerza la respuesta de evitación, entonces el condicionamiento de éste y el condicionamiento de la conducta instrumental de evitación deberían ir de la mano. Sin embargo, contrario a esta predicción, el miedo condicionado y la respuesta de evitación no siempre presentan una correlación elevada (Mineka, 1979).

Muy al principio del estudio del aprendizaje de evitación, Solomon y sus colaboradores advirtieron que los perros se mostraban menos miedosos a medida que se volvían más competentes en el desempeño de una respuesta de evitación (Solomon, Kamin y Wynne, 1953; Solomon y Wynne, 1953). Posteriormente, observaciones más sistemáticas del miedo y la conducta de evitación han confirmado esta observación (Kamin, Brimer y Black, 1963; Mineka y Gino, 1980; Neuenschwander, Fabrigoule y Mackintosh, 1987). Por lo regular, esos estudios utilizan ratas de laboratorio condicionadas en una tarea de evitación en la caja de vaivén, y emplean técnicas de supresión condicionada para medir el miedo. También en sujetos humanos se ha observado una separación similar entre el miedo y el aprendizaje de evitación.



S. Mineka

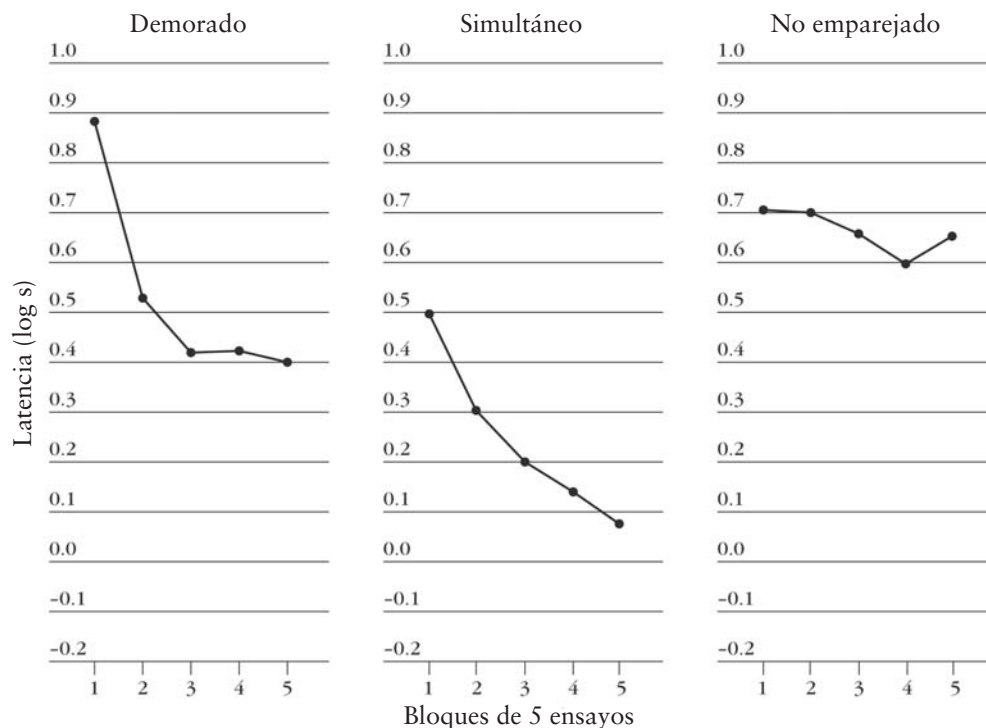


FIGURA 10.6

Latencias promedio del escape de un EC que se había condicionado usando un procedimiento de condicionamiento demorado, un procedimiento de condicionamiento simultáneo o que se había presentado de manera no emparejada con el EI. (Esmoris-Arranz, Pardo-Vázquez y Vázquez-García, 2003.)

En un estudio reciente (Lovibond, Saunders, Weidemann y Mitchell, 2008), se condicionó a estudiantes universitarios con tres estímulos diferentes, designados como A, B y C. Los estímulos eran bloques de colores presentados en la pantalla de una computadora. El EI era una descarga aplicada en el dedo índice con una intensidad que era definitivamente desagradable pero no dolorosa. En los ensayos con el estímulo A estaba en efecto un procedimiento de condicionamiento de evitación. El estímulo A se presentaba durante cinco segundos y 10 segundos después era seguido por la descarga (A+). Sin embargo, si el sujeto presionaba el botón correcto durante el EC, la descarga se omitía en ese ensayo. El estímulo B sólo recibía condicionamiento pavloviano como comparación. Cada presentación de B era seguida por la descarga (B+) sin la oportunidad de evitarla. El estímulo C era una señal de control que nunca fue seguida por la descarga (C-). Para seguir la trayectoria del efecto de esos procedimientos, se pidió a los participantes que calificaran sus expectativas de que ocurriría la descarga y se registraron sus respuestas de conductividad de la piel como indicador de miedo. Las calificaciones de la expectativa de descarga se obtuvieron durante la demora de 10 segundos entre el EC y el EI programado.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 10.7. La gráfica izquierda muestra los cambios en la conductividad de la piel como medida del miedo. Como era de esperar, el miedo ante el estímulo C siempre era bajo, pues éste nunca terminaba en la descarga. En el curso de los ensayos iba aumentando

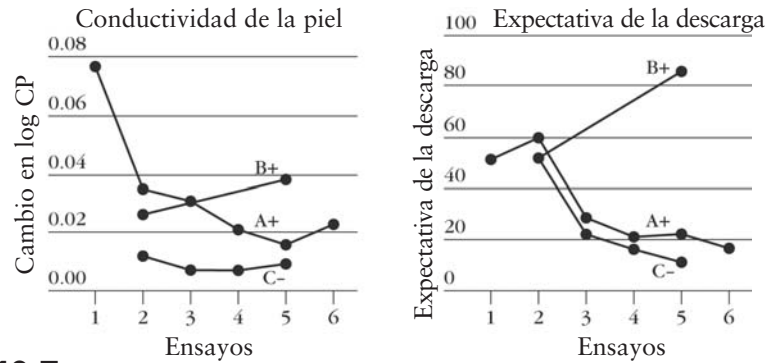


FIGURA 10.7

Cambios a lo largo de los ensayos en la conductividad de la piel y la expectativa de la descarga ante un estímulo de advertencia en un procedimiento de evitación (A+), un EC pavloviano emparejado con la descarga (B+) y un estímulo que nunca se emparejó con la descarga (C-). (Lovibond *et al.*, 2008.)

el miedo ante el estímulo pavloviano B, que en cada ensayo terminaba en la descarga (B+). En contraste, con cada ensayo iba disminuyendo el miedo ante el estímulo de evitación (A+). Los cambios en el miedo ante los estímulos A y B fueron análogos a los cambios en la expectativa de la descarga. Esta expectativa aumentó a lo largo de los ensayos para el estímulo pavloviano B, pero disminuyó para el estímulo de evitación A. Los ensayos de prueba posteriores indicaron que los participantes no tenían miedo al estímulo A porque habían aprendido a impedir la descarga en los ensayos en que estaba presente ese estímulo. Si se impedía su respuesta de evitación, el miedo reaparecía igual que su expectativa de que la descarga ocurriría de nuevo. Esos hallazgos ilustran que la conducta de evitación exitosa está asociada con bajos niveles de miedo y bajas expectativas de peligro.

La disminución del miedo ante el EC con el entrenamiento exhaustivo de evitación supone un enigma para la teoría de los dos procesos y ha estimulado planteamientos alternativos, algunos de los cuales veremos a continuación (Lovibond *et al.*, 2008).

Extinción de la conducta de evitación por medio del impedimento de la respuesta y la exposición al EC solo

La respuesta de evitación puede persistir por mucho tiempo si se logra terminar el EC y no se presentan descargas. Por ejemplo, en un antiguo experimento realizado con perros, Solomon, Kamin y Wynne (1953) describieron a un sujeto que realizó la respuesta de evitación en 650 ensayos sucesivos después de unas cuantas descargas. Con base en esta persistencia, ¿cómo podría extinguirse la conducta de evitación? La respuesta a esta pregunta es muy importante no sólo para los análisis teóricos de la conducta de evitación, sino también para el tratamiento de las respuestas de evitación patológicas o inadaptadas.

Un procedimiento de extinción de la conducta de evitación que resulta eficaz y ha sido ampliamente investigado se denomina **inundación o prevención de respuesta** (Baum, 1970). El procedimiento implica la presentación del EC en una situación de evitación sin el EI, pero con el aparato modificado de tal forma que el participante no puede emitir la respuesta de evitación. Por consiguiente, el sujeto es expuesto al EC sin poder terminarlo, es decir, es “inundado” por el

EC. (Consulte la descripción de un procedimiento relacionado, conocido como *terapia implosiva*, en los trabajos de Levis, 1995; Levis y Brewer, 2001.)

Los procedimientos de inundación tienen dos componentes importantes. Uno es la exposición al EC sin el estímulo aversivo, lo cual es claramente ilustrado en un experimento clásico de Schiff, Smith y Prochaska (1972). Se entrenó a ratas para evitar una descarga desplazándose a un compartimento seguro en respuesta a un estímulo auditivo. Después de la adquisición, el compartimento seguro fue bloqueado con una barrera y las ratas recibieron diferentes cantidades de exposición al EC sin la descarga. Diferentes grupos recibieron uno, cinco o 12 bloques de ensayos, y en cada uno de esos ensayos el EC era presentado durante uno, cinco, 10, 50 o 120 segundos. Luego se eliminó la barrera que impedía la respuesta de evitación y se probó a los animales. Al inicio de cada ensayo de prueba, el animal era colocado en el aparato y se presentaba el EC hasta que cruzaba al compartimento seguro. En los ensayos de prueba nunca se presentaron las descargas y cada animal fue probado hasta que tardaba al menos 120 segundos en cruzar al compartimento seguro en tres ensayos consecutivos. La fuerza de la respuesta de evitación se midió por el número de los ensayos requeridos para alcanzar este criterio de extinción.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 10.8. Como se esperaba, la exposición al EC con la barrera facilitó la extinción de la respuesta de evitación. Además, este efecto fue determinado principalmente por la duración total de la exposición al EC. El número de ensayos de inundación utilizados (uno, cinco o 12) facilitó la extinción, ya que cada ensayo se sumaba al tiempo total de la exposición al EC. Los incrementos de la duración total de la exposición al EC con la barrera produjeron más extinción (consulte también los trabajos de Baum, 1969; Weinberger, 1965).

Además del tiempo de exposición al EC, bloquear el acceso a la respuesta de evitación también facilita la extinción (Katzev y Berman, 1974). En el estudio de condicionamiento de miedo en estudiantes universitarios de Lovibond y sus colaboradores (2008) que se describió antes, el miedo y la expectativa de la descarga disminuían con el entrenamiento exitoso de la evitación, pero ambos reaparecían con rapidez durante los ensayos de prueba cuando se impedía la oportunidad de realizar la respuesta de evitación. Los procedimientos en que se impide la respuesta de evitación pueden ser especialmente eficaces para extinguir la conducta de evitación, pues permiten el regreso del miedo y por ende lo hacen más accesible a la extinción. El bloqueo de la respuesta en extinción también deja claro que la imposibilidad de emitir la respuesta de evitación ya no tiene como resultado una descarga y eso debería facilitar el reajuste de expectativas de descarga adquiridas previamente.

Evitación no discriminada (operante libre)

Como se ha descrito, la teoría de los dos procesos hace mucho hincapié en el papel de la señal de advertencia, o EC, en el aprendizaje de evitación. Las señales claras de advertencia suelen ser evidentes en la conducta patológica de evitación, como cuando alguien rehúye la intimidad después de una relación de abuso. ¿Pueden los individuos aprender también una respuesta de evitación si en la situación no hay un estímulo externo de advertencia? En el contexto de la teoría de los dos factores esta es una pregunta herética. Por consecuencia, el progreso de

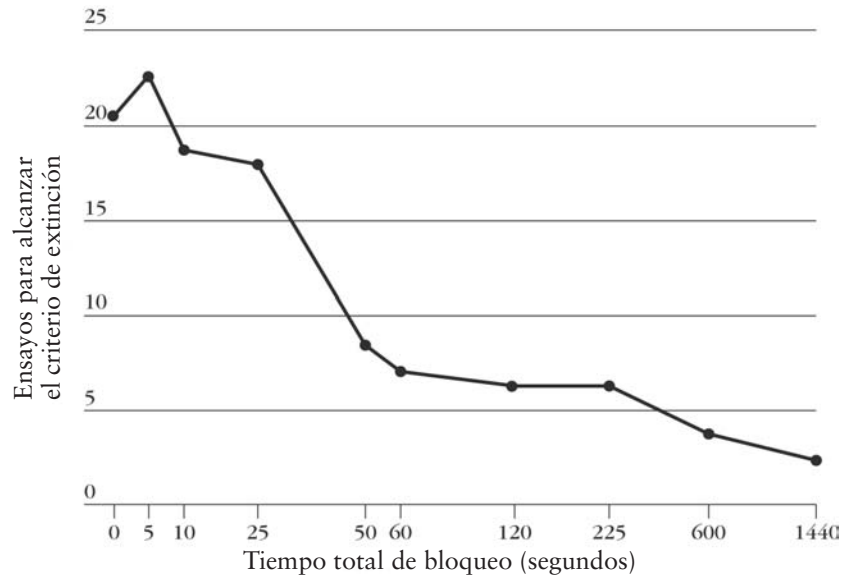


FIGURA 10.8

Ensayos para alcanzar un criterio de extinción de grupos independientes de animales que previamente fueron expuestos por lapsos distintos al EC con una barrera que impedía la respuesta de evitación. (Tomado de "Extinction of Avoidance in Rats as a Function of Duration and Number of Blocked Trials" de R. Schiff, N. Smith y J. Prochaska, 1972, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, pp. 356-359. Derechos reservados © 1972 de la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

la ciencia requiere plantear preguntas audaces, y eso fue justo lo que hizo Sidman (1953a, 1953b). Ideó un procedimiento de condicionamiento de evitación que no implicaba un estímulo de advertencia. Dicho procedimiento llegó a conocerse como **evitación no discriminada** o de **operante libre**.

En un procedimiento de evitación de operante libre, el estímulo aversivo (por ejemplo una descarga) se programa de modo que ocurra de manera periódica sin advertencia, digamos cada cinco segundos. Cada vez que el participante realiza la respuesta de evitación obtiene un periodo de seguridad, digamos de unos 15 segundos de duración, durante el cual no se presentan descargas. La repetición de la respuesta de evitación antes que finalice el periodo libre de descargas permite reiniciar el periodo de seguridad.

El procedimiento de evitación de operante libre se construye a partir de dos intervalos (figura 10.9). Uno de ellos es el intervalo entre descargas en ausencia de la respuesta, y se le denomina **intervalo E-E** (descarga-descarga). El otro periodo importante es el intervalo entre la respuesta de evitación y la siguiente descarga programada, conocido como **intervalo R-E** (respuesta-descarga). El intervalo R-E es el periodo de seguridad creado por cada respuesta. En nuestro ejemplo, el intervalo E-E era de cinco segundos y el intervalo R-E era de 15 segundos. Otra característica importante es que la respuesta de evitación puede ocurrir en cualquier momento y siempre reiniciará el intervalo R-E (de ahí el término *evitación de operante libre*). Si el sujeto responde justo antes del final de cada intervalo R-E puede reiniciar el intervalo R-E y de ese modo prolongar indefinidamente su periodo de seguridad.

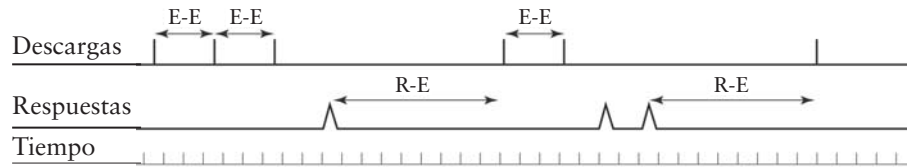


FIGURA 10.9

Diagrama del procedimiento de evitación no discriminada o de operante libre. Cada emisión de la respuesta inicia un periodo sin la descarga, según lo establecido por el intervalo R-E. Si no se emite la respuesta, la siguiente descarga ocurre en un periodo fijo después de la última descarga, según lo establecido por el intervalo E-E. Las descargas no son señaladas por un estímulo exteroceptivo, y por lo regular son breves e inescapables.

Demostraciones del aprendizaje de evitación de operante libre

La mayor parte de la investigación sobre el aprendizaje de evitación de operante libre ha utilizado ratas de laboratorio como participantes y una descarga breve en las patas como estímulo aversivo. Sin embargo, también se han realizado experimentos con participantes humanos y con estímulos aversivos “más naturales”. Por ejemplo, en un estudio participaron cuatro estudiantes universitarios y se empleó la exposición a dióxido de carbono (CO_2) como estímulo incondicionado aversivo (Lejuez *et al.*, 1998). Se utilizó el dióxido de carbono en lugar de una descarga, pues los investigadores querían producir síntomas relacionados con los ataques de pánico. La inhalación de dióxido de carbono produce dificultad respiratoria, un incremento en la tasa cardíaca (taquicardias) y mareos similares a los que se experimentan durante un ataque de pánico.

Antes de empezar el experimento, los participantes potenciales fueron sometidos a una revisión médica para asegurarse de que no tenían un historial de problemas respiratorios. Durante el experimento se les pidió que usaran una máscara que normalmente proporcionaba aire de la habitación. Para entregar el estímulo aversivo el aire de la habitación fue cambiado a una concentración de 20% de CO_2 durante 25 segundos. Cada entrega del dióxido de carbono era seguida de un periodo de descanso de 65 segundos para permitir la reanudación de la respiración normal. La respuesta instrumental consistía en la manipulación de un émbolo. Tres segundos después del periodo de descanso, si los sujetos no jalaban el émbolo recibían sin advertencia un golpe de dióxido de carbono (intervalo E-E = tres segundos). Después de una respuesta, la siguiente entrega del dióxido de carbono estaba programada para ocurrir 10 segundos después (intervalo R-E = 10 segundos). Además, cada emisión de la respuesta de evitación reiniciaba el intervalo R-E. Si los participantes no respondían nunca, podían recibir hasta 22 entregas de dióxido de carbono en cada sesión. Si respondían antes del final del primer intervalo E-E y luego antes del final de cada intervalo R-E posterior, podían evitar todas las entregas de dióxido de carbono. Las sesiones en que estaba en efecto la contingencia de evitación se alternaron con sesiones de control durante las cuales la respuesta no tenía efecto y los participantes recibían una entrega de dióxido de carbono en promedio cada seis minutos.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 10.10. El lado izquierdo de la figura muestra las tasas de respuesta de los cuatro estudiantes durante las sesiones de evitación y las de control. El lado derecho de la figura muestra la cantidad de entregas de dióxido de carbono que recibieron los sujetos

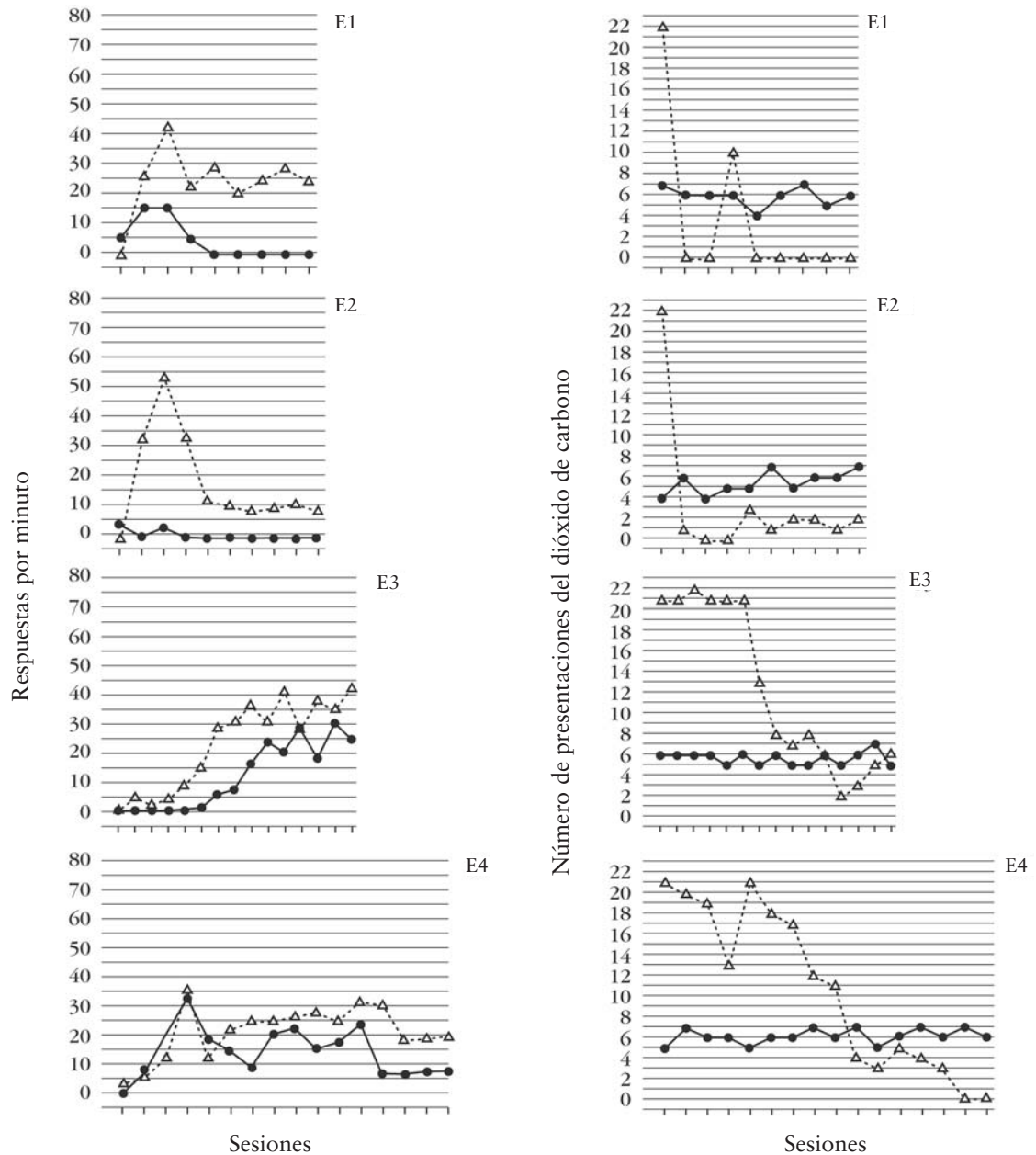


FIGURA 10.10

Tasa de respuestas y tasa de presentaciones del CO₂ para cuatro estudiantes universitarios en un estudio de evitación de operante libre. Los símbolos claros representan los datos obtenidos durante las sesiones en que estaba en efecto la contingencia de evitación. Los símbolos oscuros representan los datos obtenidos durante las sesiones de control en que la respuesta de evitación no era eficaz y los sujetos recibían una entrega de CO₂ cada seis minutos. (Tomado de C. W. Lejuez *et al.* (1998). "Avoidance of 20% carbon dioxide-enriched air within humans". *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, pp. 79-86. Derechos reservados © 1998 por la Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Reproducido con autorización.)

en ambos tipos de sesiones. Observe que las tasas de respuesta fueron más altas durante las sesiones de evitación que durante las sesiones de control. Además, a medida que los estudiantes adquirían la respuesta de evitación disminuía la cantidad de presentaciones de dióxido de carbono que recibían. Estos cambios en la conducta (y en las consecuencias) ocurrían incluso si las presentaciones del dióxido de carbono no eran señaladas por un estímulo de advertencia explícito.

Al inicio del experimento no se proporcionaron instrucciones explícitas concernientes a la respuesta en el émbolo. Los estudiantes E1 y E2 descubrieron por sí mismos la contingencia de evitación sin mucha dificultad. En contraste, los estudiantes E3 y E4 al principio tuvieron un poco de dificultad por lo que se les dio un indicio antes de sus sesiones sexta y séptima respectivamente. El indicio era: “Lo único que puedes lograr si jalas el émbolo es que en ocasiones cambia el número de veces que recibes el aire enriquecido con dióxido de carbono. Incluso es posible también que en ocasiones no recibas las presentaciones del dióxido de carbono”. Este indicio fue suficiente para lograr que E3 y E4 respondieran de manera eficiente en las sesiones de evitación posteriores. Sin embargo, observe que las instrucciones no proporcionaban una pista sobre la diferencia entre las sesiones de evitación y las sesiones de control. No obstante, para el final del experimento E3 y E4 respondían con mayor fuerza durante las sesiones de evitación que durante las sesiones de control. Por lo tanto, la diferencia en los niveles de respuesta (y las presentaciones del dióxido de carbono) observada durante las sesiones de evitación en comparación con las sesiones de control no puede atribuirse, para ninguno de los estudiantes, al seguimiento de instrucciones. Todos tuvieron que descubrir sin ayuda cuándo estaba en efecto la contingencia de evitación y cuándo no.

La conducta de evitación de operante libre ha sido investigada en muchos otros estudios en los cuales se utilizan como sujetos ratas de laboratorio y una breve descarga como estímulo aversivo (revise los trabajos de Hineline, 1977; y de Sidman, 1966). Dado que se emplearon sujetos no verbales, no tiene que preocuparse por el posible papel de las instrucciones. Esos experimentos han demostrado que la tasa de respuesta es controlada por la duración de los intervalos E-E y R-E. Entre mayor sea la frecuencia con que se programa la descarga en ausencia de la respuesta (el intervalo E-E), más probable es que el sujeto aprenda la respuesta de evitación. El incremento de los periodos de seguridad producidos por la respuesta (el intervalo R-E) también facilita la conducta de evitación. Además, también es importante el valor relativo de los intervalos E-E y R-E. El periodo de seguridad producido por cada respuesta (intervalo R-E) tiene que ser más largo que el intervalo entre las descargas que podrían ocurrir sin la respuesta (intervalo E-E).



Cortesía de Donald A. Dewsbury

P. N. Hineline

La evitación de operante libre y la teoría de los dos procesos

La conducta de evitación de operante libre supone un desafío para la teoría de los dos procesos, ya que no hay un EC explícito que provoque el miedo condicionado, y por ende no queda clara la manera en la cual la respuesta de evitación reduce el miedo. Sin embargo, la teoría de los dos procesos no se ha abandonado del todo en los intentos por explicar la evitación de operante libre (Anger, 1963). Los intervalos E-E y R-E usados en los procedimientos eficaces por lo regular son más bien breves (menos de un minuto). Además, se mantienen fijos durante el experimento, por lo que es fácil predecirlos. Por consiguiente, los animales pueden aprender a responder al paso del tiempo como una señal de la descarga. (En el capítulo 12 tendremos más que decir acerca del aprendizaje temporal.)

La suposición del condicionamiento temporal permite la aplicación de los mecanismos de la teoría de los dos procesos a los procedimientos de evitación de operante libre. Dado que el paso del tiempo es un predictor confiable de la siguiente descarga, las señales temporales pueden condicionarse para provocar miedo. Es evidente que el tiempo para la siguiente descarga se reinicia con cada respuesta de evitación, cada respuesta elimina de manera eficaz las señales temporales que provocan el miedo. Esto puede entonces reforzar la respuesta de evitación por medio de la reducción del miedo. Por consecuencia, las señales temporales que predicen la descarga pueden cumplir en los procedimientos de operante libre la misma función que cumple el EC explícito en una evitación discriminada.

El análisis anterior predice que los organismos no distribuirán sus respuestas al azar en un procedimiento de evitación de operante libre, sino que concentrarán más bien sus respuestas al final del intervalo R-E, pues es aquí cuando las señales temporales provocan supuestamente la mayor cantidad de miedo (y la respuesta produce la mayor reducción del mismo). Se han obtenido resultados congruentes con esta predicción, aun cuando muchos animales logran evitar muchísimas descargas sin distribuir sus respuestas de la manera pronosticada por la teoría de los dos procesos (Sidman, 1966). Además, se ha logrado condicionar con éxito la conducta de evitación con el uso de procedimientos de operante libre en que se varían los intervalos E-E y R-E a lo largo del experimento (Herrnstein y Himeline, 1966). Hacer que los intervalos E-E y R-E resulten impredecibles hace más difícil utilizar el paso del tiempo como señal de la descarga. Los resultados de esos procedimientos han desalentado en algunos investigadores la aceptación de la teoría de los dos procesos como explicación del aprendizaje de evitación de operante libre (Herrnstein, 1969; Himeline, 1977, 1981).

Explicaciones teóricas alternativas de la conducta de evitación

En la teoría de los dos procesos se supone que la disminución del miedo es lo que refuerza la respuesta de evitación. Se trata de un caso de reforzamiento negativo en el cual el reforzamiento se debe a la eliminación de un estímulo aversivo. Varios tratamientos teóricos posteriores han propuesto que los procedimientos de evitación también proporcionan reforzamiento positivo a la respuesta de evitación, mientras que otros han sugerido que en el aprendizaje de evitación no son importantes el reforzamiento negativo ni el reforzamiento positivo.

Reforzamiento positivo a través de la inhibición condicionada del miedo o de las señales condicionadas de seguridad

El desempeño de una respuesta de evitación siempre tiene como resultado estímulos de retroalimentación distintivos, como las señales espaciales involucradas en el desplazamiento de un lado a otro en una caja de vaivén o los estímulos táctiles y otros estímulos externos involucrados en la presión de una palanca. Dado que la respuesta de evitación produce un periodo de seguridad en todos los procedimientos de condicionamiento de evitación, los estímulos de retroalimentación de la respuesta pueden adquirir propiedades inhibitorias condicionadas y convertirse en señales de la ausencia de estimulación aversiva. Dichos estímulos se conocen como **señales de seguridad**. De acuerdo con la *hipótesis de la señal de seguridad*, las señales de seguridad que acompañan a las respuestas de evitación pueden proporcionar reforzamiento positivo para la conducta de evitación.

En la mayor parte de los experimentos de evitación no se introducen indicios especiales como señales de retroalimentación de la respuesta que podrían adquirir funciones como señal de seguridad. Más bien, los estímulos espaciales, táctiles y propioceptivos que acompañan de manera inevitable a la respuesta de evitación se convierten en señales de seguridad (Dinsmoor, 2001b). Por lo tanto, cualquier procedimiento de evitación puede modificarse fácilmente para que incluya un estímulo distintivo (como una luz o un tono breve) después de cada emisión de la respuesta de evitación. La hipótesis de la señal de seguridad predice que la introducción de un estímulo de retroalimentación explícito facilitará el aprendizaje de una respuesta de evitación, lo cual ha sido corroborado en numerosos experimentos (Bolles y Grossen, 1969; Cándido, Maldonado y Vila, 1991; D'Amato, Fazzaro y Etkin, 1968; Keehn y Nakkash, 1959).

Otros estudios han mostrado que en el curso del entrenamiento de evitación el estímulo de retroalimentación de una respuesta se convierte en un inhibidor condicionado del miedo (Cándido, González y De Brugada, 2004; Morris, 1974; Rescorla, 1968). Además, se cuenta también con evidencia directa de que un estímulo de retroalimentación que ha sido condicionado para inhibir el miedo durante el entrenamiento de evitación es un eficaz reforzador positivo para nuevas respuestas (Morris, 1975; Weisman y Litner, 1972). Por consiguiente, existe considerable evidencia a favor de las señales de seguridad como fuentes de reforzamiento positivo en el aprendizaje de evitación (Dinsmoor, 2001b, y el comentario siguiente).

La hipótesis de la señal de seguridad es particularmente adecuada para explicar la conducta de evitación de operante libre. En las etapas iniciales del entrenamiento de evitación de operante libre los participantes pueden experimentar numerosas descargas no señaladas, lo que hace muy probable que el contexto experimental se condicione para provocar miedo. De acuerdo a que las descargas nunca se presentan durante el intervalo R-E después que se ha emitido una respuesta, los estímulos propioceptivos y táctiles que acompañan a la respuesta pueden convertirse en inhibidores condicionados del miedo. Es decir, las señales de retroalimentación asociadas con la respuesta pueden llegar a proporcionar reforzamiento positivo para la respuesta de evitación de operante libre (Dinsmoor, 1977, 2001a, b; Rescorla, 1968).

Reforzamiento de la evitación a través de la reducción de la frecuencia de la descarga

El reforzamiento positivo por medio de la inhibición condicionada puede ocurrir junto con el mecanismo de reforzamiento negativo de la teoría de los dos procesos. En contraste, se ha propuesto otro mecanismo de reforzamiento, la **reducción de la frecuencia de la descarga**, como una alternativa radical a la teoría de los dos procesos (deVilliers, 1974; Herrnstein, 1969; Herrnstein y Hineline, 1966; Hineline, 1981). Por definición, las respuestas de evitación impiden la presentación de la descarga y por ende reducen la frecuencia de descargas que recibe un organismo. Las teorías de la evitación que hemos revisado hasta ahora consideran que la reducción de la descarga es un producto secundario más que la causa principal de la conducta de evitación. En contraste, la hipótesis de reducción de la frecuencia de la descarga considera que la reducción de las descargas es fundamental para el reforzamiento de la conducta de evitación.

El primero en considerar la reducción en la frecuencia de la descarga como causa de la conducta de evitación fue Sidman (1962), quien fue alentado poste-

riormente por la evidencia de aprendizaje en un procedimiento de evitación de operante libre diseñado específicamente para minimizar el papel de las señales temporales condicionadas al miedo (Herrnstein y Hineline, 1966). Sin embargo, varios experimentos han demostrado que los animales pueden aprender a emitir una respuesta de evitación incluso si la respuesta no disminuye la frecuencia de descargas que reciben (Gardner y Lewis, 1976; Hineline, 1981). En esos estudios la respuesta demoraba el inicio de la siguiente descarga programada, pero no impedía su presentación. Por consecuencia, no se modificaba la frecuencia total de descargas. Esta evidencia sugiere que la reducción en la frecuencia de la descarga no es necesaria para el aprendizaje de evitación, aun cuando puede ser un factor que contribuye a dicho aprendizaje.

Evitación y reacciones de defensa específicas de la especie (RDEE)

En las teorías analizadas hasta ahora, se ha enfatizado la manera en la que los eventos que preceden y siguen a la respuesta de evitación controlan la conducta de evitación, sin que fuera de interés la naturaleza o forma exacta de la respuesta en sí. Además, los mecanismos de reforzamiento asumidos por todas las teorías requerían de cierto tiempo para desarrollarse. Antes que la reducción del miedo pueda ser un reforzador efectivo, primero debe condicionarse el miedo al EC; antes que las señales de retroalimentación de la respuesta puedan llegar a funcionar como reforzadores deben convertirse en señales de la ausencia de la descarga, y antes que pueda funcionar la reducción de la frecuencia de la descarga, los organismos deben experimentar descargas suficientes para calcular su frecuencia. Por consiguiente, esas teorías nos dicen poco acerca de la conducta del organismo durante los primeros ensayos del entrenamiento de evitación.

La falta de interés por lo que hace un organismo en los primeros ensayos del condicionamiento de evitación es un punto débil de cualquier teoría. En condiciones naturales, un mecanismo de evitación tiene que generar con rapidez respuestas de evitación exitosas para resultar útil. Por ejemplo, considere un ratón que trata de evitar que lo atrape un halcón, en este caso resultaría inútil un mecanismo de evitación que requiriese muchos ensayos de entrenamiento. Si el ratón no logra evitar el ataque del halcón durante su primer encuentro, quizá no sobreviva para futuros ensayos de entrenamiento. Bolles (1970, 1971) reconoció este problema y se enfocó en lo que controla la conducta de un organismo en las primeras etapas del entrenamiento de evitación.

Bolles suponía que las situaciones y los estímulos aversivos provocan fuertes respuestas incondicionadas o innatas, las cuales supuestamente evolucionaron, ya que son una defensa exitosa en contra del dolor y el daño. Por consiguiente, Bolles las denominó **reacciones de defensa específicas de la especie (RDEE)**. Por ejemplo, en las ratas las reacciones de defensa específicas de la especie incluyen huir (correr), congelarse (permanecer vigilantes pero inmóviles, excepto por la respiración) y ataques defensivos. Otras reacciones al peligro incluyen la tigmotaxia (aproximarse a las paredes), el enterramiento defensivo (cubrir la fuente de estimulación aversiva) y la búsqueda de áreas oscuras.

Bolles propuso que la configuración del ambiente determina qué reacción de defensa específica de la especie es la que ocurre. Por ejemplo, la huida puede prevalecer cuando se dispone de una ruta de escape evidente y el congelamiento puede predominar si no hay salida de la situación; como en realidad sucede (Blanchard, 1997; Sigmundi, 1997). Por ejemplo, la lucha defensiva no es posible



Cortesía de Donald A. Dewsbury

R. C. Bolles

sin un oponente y el enterramiento defensivo no es factible si no se dispone de algo (como arena) para enterrar la fuente de peligro. Incluso el congelamiento, una respuesta que uno creería que no requiere de un estímulo de apoyo, no ocurre a la mitad del ruedo sino sólo en lugares relativamente seguros (cerca de una pared o de una esquina). Si una rata se halla en medio del ruedo cuando se topa con el peligro, se acercará a la pared o a una esquina antes de congelarse.

Una predicción importante de la teoría de las reacciones de defensa específicas de la especie es que en los experimentos de evitación, algunas respuestas se aprenderán con mayor facilidad que otras. En congruencia con esta predicción, Bolles (1969) encontró que las ratas pueden aprender muy pronto a correr en una rueda de actividad para evitar una descarga. En consecuencia, su desempeño de una respuesta de erguirse (pararse sobre las patas traseras) no mejora mucho en el curso del entrenamiento de evitación. Se supone que correr se aprende con mayor rapidez, pues es una respuesta más cercana a las reacciones de defensa específicas de la especie en la rueda de actividad. (Cain y LeDoux, 2007, informan de un hallazgo relacionado en el aprendizaje del escape del miedo.)

La inminencia depredadora y las conductas defensivas y de recuperación

Al enfocarse en las influencias ecológicas y evolutivas de la conducta defensiva, la teoría de las reacciones de defensa específicas de la especie hizo avanzar significativamente nuestras ideas acerca del miedo y el aprendizaje de evitación. El papel de los factores ecológicos y evolutivos fue desarrollado con mayor detalle por Fanselow y sus colaboradores, quienes plantearon el concepto de un *continuo de inminencia depredadora* (Fanselow y Lester, 1988; Fanselow, 1997; Rau y Fanselow, 2007). De acuerdo con el continuo de **inminencia depredadora**, ocurren diferentes respuestas defensivas dependiendo del nivel de peligro que enfrenta un animal.

Por ejemplo, considere un pequeño roedor (digamos, una rata), que es una fuente potencial de alimento para gatos, coyotes, serpientes y otros depredadores. Es de suponer que la rata está más segura en su madriguera, pero tiene que salir periódicamente para buscar comida. Cuando sale de forrajeo no hay mucho peligro siempre que no haya gatos o serpientes alrededor. Cuando aparece una serpiente, el nivel de peligro de la rata aumenta, pero no demasiado si la serpiente se encuentra lejos, pero si la serpiente se acerca, el nivel de peligro se eleva. La situación es

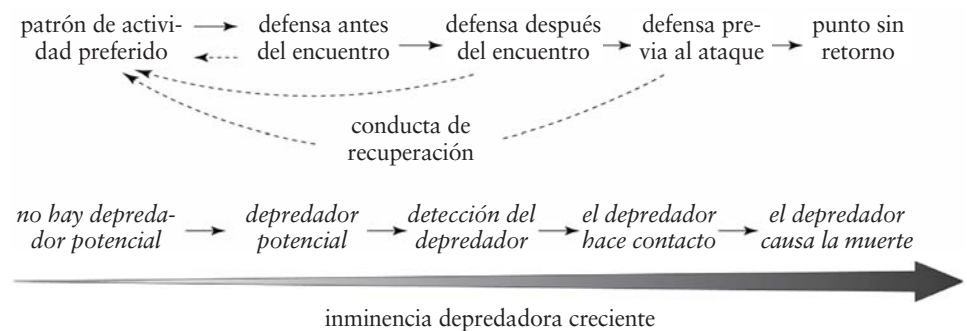


FIGURA 10.11

El continuo de inminencia depredadora. (Tomado de "Neurobiological and neuroethological perspectives on fear and anxiety", por V. Rau y M. S. Fanselow, en L. J. Kirmayer, R. Lemelson y M. Barad (editores), *Understanding trauma: Integrating biological, clinical and cultural perspectives* (pp. 27-40). Derechos reservados © 2007 por Cambridge University Press. Reproducido con autorización.)

muy peligrosa cuando la serpiente está cerca y a punto de atacar, y el peligro alcanza su punto más alto cuando ocurre el ataque. Esta progresión de niveles crecientes de peligro es el continuo de inminencia depredadora y se ilustra en la figura 10.11.

Se supone que en diferentes niveles de la inminencia depredadora ocurren diferentes respuestas de defensa específicas de la especie. Si una rata se ve obligada a buscar comida en un lugar donde encuentra periódicamente serpientes, es probable que salga menos de su madriguera para buscar comida y que coma más en cada excursión (Fanselow, Lester y Helmstetter, 1988). De este modo, la respuesta a un bajo nivel de inminencia depredadora es un ajuste en el patrón de comidas. Cuando una serpiente aparece, pero todavía no está a punto de atacar, es probable que la conducta defensiva de la rata cambie al congelamiento. El congelamiento reducirá la posibilidad de que el depredador la vea o escuche. Algunos depredadores sólo atacan a una presa en movimiento. El congelamiento de la presa también puede tener como resultado que el depredador cambie su atención a otra cosa (Suárez y Gallup, 1981).

Cuando la serpiente toca de hecho a la rata, es probable que ésta salte, como si su conducta anterior de congelarse la preparase para arrojarse “por los aires” cuando es tocada. Esto se conoce como *respuesta a un ataque inminente*. Si en este punto la rata no logra escapar del depredador, es probable que muestre agresión defensiva. Si esta conducta tiene éxito y la rata logra alejarse de la serpiente, cambiará gradualmente a respuestas de recuperación (como el acicalamiento) que promueven la curación de las heridas.

Igual que la teoría de las respuestas defensivas específicas de la especie, la hipótesis de la inminencia depredadora supone que la conducta defensiva ocurre al principio como una respuesta incondicionada. Las respuestas defensivas también pueden llegar a ser provocadas por un estímulo condicionado si éste se asocia con un evento aversivo. La respuesta defensiva que ocurra ante el EC depende de la relación temporal de dicho EC con el estímulo incondicionado aversivo. Si el EC precede al EI (como en el condicionamiento demorado), la conducta defensiva estará un nivel por debajo de la respuesta provocada por el EI en la escala de inminencia depredadora. Por lo tanto, si el EI provoca una respuesta a un ataque inminente, es probable que el EC provoque conducta de congelamiento. En contraste, si el EC y el EI se presentan al mismo tiempo (como en el condicionamiento simultáneo), la respuesta defensiva será más parecida a la respuesta provocada por el estímulo incondicionado (Esmorís-Arranz *et al.*, 2003).

Las diferencias de diversos grados de inminencia depredadora en las manifestaciones conductuales están asociadas con el torrente correspondiente de estados neurobiológicos (Rau y Fanselow, 2007). La evolución ha creado procesos conductuales y neurobiológicos que son poderosos y especializados y permiten a los animales enfrentar, de manera eficaz, diferentes niveles de peligro. Es indudable que en la historia de nuestros ancestros esos procesos fueron esenciales para sobrevivir. Sin embargo, pueden torcerse y verse activados de manera inapropiada, lo que resulta en el trastorno de estrés postraumático y otros trastornos del estrés y el afrontamiento (Kirmayer, Lemelson y Barad, 2007).

El planteamiento de la inminencia depredadora no incluye un componente de condicionamiento instrumental, y no se pretendía que explicara los diversos conjuntos de hallazgos experimentales que los científicos han acumulado durante décadas que han investigado el aprendizaje de evitación. No obstante, es importante considerar la inminencia depredadora en todas las situaciones de

condicionamiento aversivo, pues refleja los mecanismos innatos de afrontamiento que entran en acción cada vez que se activa el sistema de conducta defensiva.

Dadas las raíces de la conducta defensiva (y sus sustratos neurobiológicos) en nuestro pasado evolutivo, el concepto de inminencia depredadora puede utilizarse también para analizar las reacciones humanas ante el peligro. En congruencia con esta idea, Craske (1999) describió las reacciones humanas de miedo y ansiedad en términos de la inminencia del peligro percibido. El nivel más bajo de peligro percibido genera preocupación. El siguiente nivel da lugar a miedo y vigilancia (como el congelamiento en las ratas). El nivel más alto de la amenaza percibida lleva al pánico (que es análogo de la respuesta a un ataque inminente). Lo curioso es que los hombres y las mujeres responden de manera diferente al estrés del peligro percibido. Mientras que los hombres tienen una respuesta de huida o ataque, las mujeres tienen una respuesta amistosa y de cuidado (Taylor *et al.*, 2000). Cuando las mujeres están estresadas, es más probable que protejan y cuiden a sus hijos y que busquen apoyo social.

El enigma de la evitación: comentarios finales

Hemos aprendido mucho sobre la evitación desde el desconcierto de Mowrer y Lamoreaux (1942) acerca de la forma en que *no recibir algo* podía motivar las respuestas de evitación. Como vimos, se han ofrecido muchas respuestas creativas a este enigma. La teoría de los dos procesos, el reforzamiento de la inhibición condicionada y el reforzamiento mediante la reducción de la frecuencia de la descarga, todas proporcionan perspectivas diferentes de lo que sucede después de una respuesta de evitación que la refuerza. En contraste, la explicación de las reacciones de defensa específicas de la especie se concentra en los aspectos incondicionados de la conducta defensiva, los cuales se analizan más a fondo por medio del concepto de inminencia depredadora.

Ninguna de las teorías principales puede explicar todo lo que ocurre en las situaciones de condicionamiento aversivo. No obstante cada una ofrece ideas que nos ayudan a entender diversos aspectos de la conducta de evitación. Por ejemplo, la teoría de los dos procesos es excepcionalmente adecuada para explicar los resultados del escape de los experimentos de miedo. La teoría de la señal de seguridad es particularmente útil para explicar el aprendizaje de evitación de operante libre y el papel de los estímulos de retroalimentación de la respuesta en el condicionamiento de evitación. Por último, el concepto de inminencia depredadora proporciona la explicación más útil de lo que sucede durante las primeras etapas del entrenamiento de evitación. Dadas las complejidades de los distintos paradigmas del aprendizaje de evitación, no debería sorprendernos que se requieran varios marcos conceptuales para explicar todos los datos de que disponemos.

CASTIGO

Aunque casi todos realizamos cada día todo tipo de respuestas de evitación, como sociedad no nos preocupa mucho lo que está involucrado en la conducta de evitación. Esto puede deberse a que es raro que los esfuerzos organizados por cambiar o controlar la conducta de alguien utilicen procedimientos que generen evitación activa. En contraparte, el castigo siempre ha estado bajo el escrutinio público (consulte el trabajo de Repp y Singh, 1990). Como sociedad, usamos el castigo como una forma de retribución por actos delictivos atroces. También

se utiliza para promover la adhesión a códigos religiosos y civiles de conducta. Muchas instituciones y reglas evolucionaron para asegurar la aplicación ética y justa del castigo. Lo que constituye un castigo aceptable en el sistema de justicia criminal, en la crianza de los niños o en el tratamiento de individuos con capacidades diferentes del desarrollo es materia de un debate continuo.

A pesar de las antiguas preocupaciones sociales por el castigo, durante muchos años los psicólogos experimentales no dedicaron mucha atención al tema. Con base en unos cuantos experimentos, Thorndike (1932) y Skinner (1938, 1953) llegaron a la conclusión de que el castigo no era un método eficaz para controlar la conducta y que sus efectos sólo eran temporales (consulte también el trabajo de Estes, 1944). Esta afirmación sólo se cuestionó con seriedad hasta la década de 1960, cuando se inició la investigación más exhaustiva sobre el castigo (Azrin y Holz, 1966; Campbell y Church, 1969; Church, 1963; Solomon, 1964). Ahora sabemos que el castigo puede ser una técnica muy eficaz para modificar la conducta (Dinsmoor, 1998; Lerman y Vorndran, 2002). Con parámetros apropiados de procedimiento, la respuesta puede ser suprimida por completo en apenas uno o dos ensayos. En otras circunstancias, la supresión de la conducta puede ser incompleta y es posible que se recupere la respuesta.

Por ejemplo, considere un niño que por accidente clava un tenedor de metal en un tomacorriente. Es probable que la descarga resultante desanime la repetición de esa respuesta por el resto de la vida del niño. Compare eso con recibir una multa por conducir 10 kilómetros arriba del límite de velocidad. ¿Producirá eso la misma supresión espectacular de la respuesta castigada? No es probable. Experimentos sistemáticos en el laboratorio nos han enseñado mucho sobre las circunstancias en que el castigo funciona y no funciona. Sin embargo, quedan muchas preguntas por responder en los esfuerzos por traducir este conocimiento en intervenciones terapéuticas (Lerman y Vorndran, 2002).

Análisis experimental del castigo

El procedimiento básico del castigo es sencillo: se presenta un estímulo aversivo después de una respuesta instrumental objetivo. Si el procedimiento es eficaz, la respuesta objetivo es suprimida. Como el castigo implica la supresión de la conducta, sólo puede observarse con respuestas que, en principio, tengan probabilidad de ocurrir. Este requisito se cumple fácilmente en situaciones terapéuticas en que el objetivo del castigo es una actividad dañina que ocurre más a menudo de lo que se desearía. Por ejemplo, Vorndran y Lerman (2006) documentaron la efectividad del castigo en dos participantes con capacidades diferentes del desarrollo. Uno de los participantes hiperventilaba muy a menudo y el otro se lastimaba la mano por llevarla con frecuencia a la boca (Vorndran y Lerman, 2006). En ambos casos las respuestas objetivo fueron suprimidas por el castigo.

Los estudios del castigo en el laboratorio por lo regular empiezan con una fase preliminar en la que se establece la respuesta objetivo con reforzamiento positivo. Por ejemplo, una paloma puede ser reforzada con comida por picotear una tecla. Luego se sobrepone un procedimiento de castigo al programa de reforzamiento positivo, lo cual produce un conflicto entre responder para obtener el reforzamiento positivo y no hacerlo para evitar el castigo. El grado en que ocurre la supresión de la respuesta es determinado por variables relacionadas con la presentación del estímulo aversivo y por variables relacionadas con la



Cortesía de N. H. Azrin

N. H. Azrin

disponibilidad del reforzamiento positivo. La interacción de esos dos factores puede ser complicada y dificultar la predicción de lo que ocurrirá.

Características del estímulo aversivo y del método con que se introduce

En los experimentos sobre el castigo se ha empleado una gran variedad de estímulos aversivos, como descargas eléctricas, una ráfaga repentina de aire, ruido fuerte, reprimendas verbales, una bofetada, un chorrito de jugo de limón en la boca y una señal previamente condicionada con una descarga (Azrin, 1958; Hake y Azrin, 1965; Reed y Yoshino, 2008; Hall *et al.*, 1971; Masserman, 1946; Sajwaj, Libet y Agras, 1974; Skinner, 1938). Otros procedimientos de supresión de respuesta han implicado la pérdida de reforzamiento positivo, tiempo fuera de reforzamiento positivo, sobrecorrección y restricción manual (Foxy y Azrin, 1973; Lerman, Iwata, Shore y DeLeon, 1997; Thomas, 1968; Trenholme y Baron, 1975).

El **tiempo fuera** se refiere a la eliminación de la oportunidad de obtener reforzamiento positivo; su utilización es común para castigar a los niños, por ejemplo cuando se le dice a un niño que se siente en una silla de tiempo fuera en la parte posterior del salón de clases. Sentarse en la silla no es algo inherentemente aversivo. La silla de tiempo fuera suprime la conducta, ya que impide que el niño haga otras cosas que disfruta más. La **sobrecorrección** implica pedir a la persona no sólo que corrija lo que hizo mal, sino que sobrecorrija el error. Por ejemplo, a un niño que se llevó un objeto a la boca se le puede pedir que se saque el objeto y que se lave la boca con una solución antiséptica.

En los estudios del castigo en seres humanos, un estímulo aversivo conveniente es la pérdida de puntos. Por ejemplo, en una investigación (O'Donnell, Crosbie, Williams y Saunders, 2000), estudiantes universitarios presionaban una palanca para obtener puntos que podían canjear por dinero al final del experimento. Se utilizaron dos estímulos discriminativos diferentes (líneas de distintas longitudes). Durante la fase de línea base, sólo se presentó una de las líneas (el E^D) y las respuestas se reforzaron de acuerdo con un programa de intervalo variable. Después de eso, el E^D se alternó con otro estímulo discriminativo que funcionaba como E^D_C . En presencia del E^D_C siguió reforzándose la respuesta de acuerdo al programa de intervalo variable, pero ahora también estaba en efecto una contingencia de castigo. Con cada respuesta se restaban puntos del total obtenido por el sujeto.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 10.12. La respuesta se mantuvo bien durante el E^D en la fase de línea base. En la fase posterior de castigo, la respuesta se mantuvo en niveles considerables durante el E^D pero se suprimió durante el E^D_C . (Raiff, Bullock y Hackenberg, 2008, presentan un estudio de castigo en palomas que es análogo a la pérdida de puntos.)

La supresión de la respuesta producida por el castigo depende en parte de las características del estímulo aversivo. Los efectos de diversas características del evento aversivo han sido investigados de manera más exhaustiva en estudios con ratas y palomas en el laboratorio. En esos experimentos por lo regular se utilizan descargas como estímulo aversivo por la posibilidad de controlar con precisión la duración e intensidad de la descarga. Como podría anticiparse, las descargas más intensas y más largas son más eficaces para castigar la respuesta (Azrin y Holz, 1966; Church, 1969; Walters y Grusec, 1977). El castigo de baja intensidad produce una supresión apenas moderada de la conducta. Aún más problemático es el hecho común de que la respuesta se recupera si fue castigada de manera

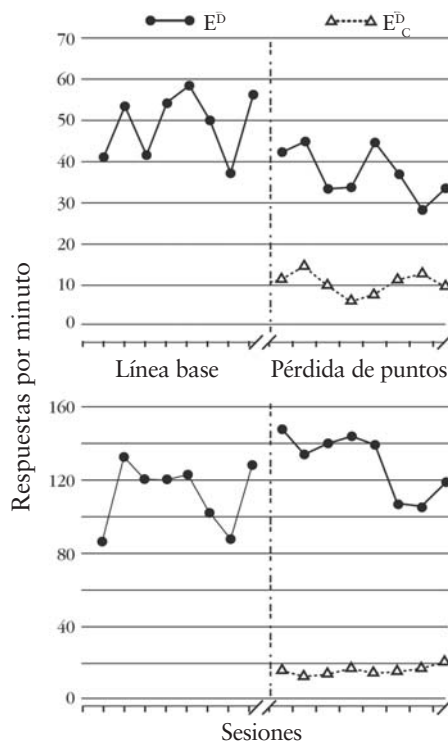


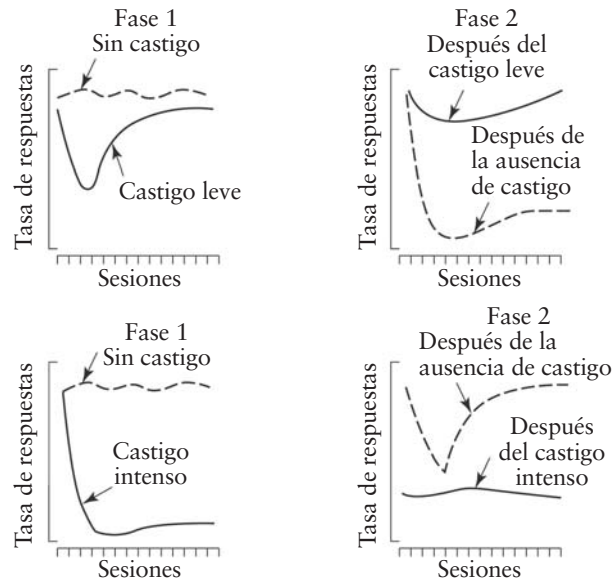
FIGURA 10.12

La respuesta de presión de palanca de estudiantes universitarios era reforzada de acuerdo a un programa de intervalo variable con puntos que podían ser canjeados por dinero al final del experimento. Durante la fase de línea base sólo se presentó el estímulo discriminativo reforzado (E^D). En la siguiente fase el E^D se presentó de manera alternada con un estímulo de castigo (E^D_c) durante el cual estaba en efecto el programa de IV, pero en que cada respuesta también era castigada con la pérdida de puntos. Cada panel presenta datos de un sujeto diferente. (Tomado de J. O'Donnell *et al.* [2000], Stimulus control and generalization of point-loss punishment with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, figura 1, p. 266. Derechos reservados 2000 por la Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Reproducido con autorización.)

continúa con descargas leves (por ejemplo, Azrin, 1960). Por consiguiente, los sujetos se habitúan al procedimiento de castigo. En contraste, si el estímulo aversivo es de alta intensidad, la respuesta se suprimirá por completo durante un tiempo prolongado. Por ejemplo, en un experimento, el castigo de gran intensidad suprimió por completo la respuesta instrumental durante seis días (Azrin, 1960).

Otro factor de gran importancia en el castigo es la forma con la cual se introduce el estímulo aversivo. Si desde el inicio del castigo se emplea una descarga de alta intensidad, la supresión de la respuesta será considerable. Sin embargo, si el castigo sólo alcanza una intensidad elevada después de un aumento gradual, la supresión de la respuesta será mucho menor (Azrin, Holz y Hake, 1963; Miller, 1960; revise también el trabajo de Banks, 1976). Este es un hallazgo muy importante, pues demuestra que la exposición a un castigo de baja intensidad genera resistencia e inmuniza al sujeto contra los efectos del castigo más severo. Pasar dos semanas en la cárcel no es una experiencia tan perturbadora para alguien que se ha acostumbrado a periodos más cortos de encarcelamiento.

Los hallazgos anteriores sugieren que la manera en la que los organismos responden a la *exposición inicial* al castigo determina la manera en que responderán

**FIGURA 10.13**

Panel superior: efectos de una historia de castigo leve (fase 1) sobre la respuesta posterior durante el castigo intenso (fase 2). Panel inferior: efectos de una historia de castigo intenso (fase 1) sobre la respuesta posterior con castigo leve (fase 2). (Datos hipotéticos.) (Tomado de M. Domjan, *Essentials of conditioning and learning*, [Cengage, 3a edición], figuras 11.1 y 11.2, p. 178.)

más tarde al mismo (Church, 1969). Esta idea tiene una implicación interesante. Suponga que un individuo es expuesto primero a una descarga intensa que resulta en un nivel muy bajo de respuesta. Si luego se reduce la intensidad de la descarga, debería persistir la supresión considerable de la conducta. Por consiguiente, una descarga leve debería ser más eficaz para suprimir la respuesta después de la exposición a una descarga intensa que si se hubiera usado desde el inicio la descarga leve. Dichos hallazgos fueron obtenidos por Raymond (Church, 1969). En conjunto, la evidencia indica que la exposición inicial a la estimulación aversiva leve que no interrumpe la conducta reduce los efectos del castigo intenso posterior. En contraste, la exposición inicial a la estimulación aversiva intensa incrementa los efectos supresivos del castigo leve posterior (consulte la figura 10.13).

Estimulación aversiva contingente a la respuesta o independiente de la respuesta

Otra variable importante que determina la eficacia del castigo es si el estímulo aversivo se presenta de manera contingente a la respuesta objetivo o de manera independiente de la conducta. La estimulación aversiva independiente de la respuesta puede producir cierta supresión de la conducta instrumental. (Vimos que eso sucedía en el efecto de supresión condicionada descrito en el capítulo 3.) Sin embargo, si el estímulo aversivo es ocasionado por la respuesta instrumental, la supresión de la conducta es significativamente mayor (Azrin, 1956; Bolles, Holtz, Dunn y Hill, 1980; Camp, Raymond y Church, 1967; Frankel, 1975).

Un estudio sobre la importancia de la contingencia del castigo respecto a la respuesta (Goodall, 1984) comparó la respuesta de presión de palanca en ratas en presencia de dos estímulos diferentes (un tono y una luz). Uno de los estímulos se utilizó con un procedimiento de castigo (la señal PUN de Castigo), mientras

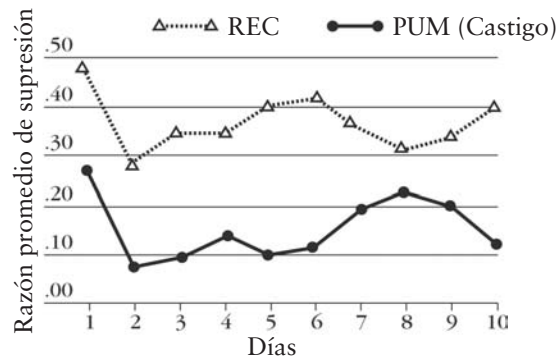


FIGURA 10.14

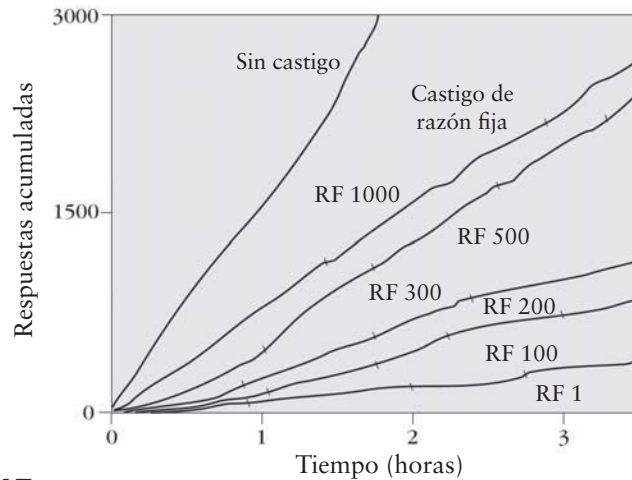
Supresión de la presión de palanca durante el castigo y los estímulos REC durante 10 sesiones sucesivas. Durante la señal de castigo la presión de palanca fue castigada de acuerdo a un programa RF 3. Durante la señal REC se entregó la misma cantidad y distribución de descargas, independientemente de la conducta. (Tomado de "Learning Due to the Response-Shock Contingency in Signaled Punishment", por G. Goodall, 1984. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36B, pp. 259-279. Derechos reservados © 1984 por Lawrence Erlbaum Associates. Reproducido con autorización.)

que el otro estímulo se empleó con un procedimiento de supresión condicionada (la señal REC). La presión de palanca siempre se reforzó con comida de acuerdo con un programa IV 60 segundos. Una vez que se estableció la línea base de la respuesta, se presentaron de manera periódica las señales de Castigo y REC. Durante la señal de Castigo, las ratas recibieron una breve descarga después de cada tercera presión de la palanca, de modo que el castigo se entregaba de acuerdo con un programa de RF 3. Cada ensayo REC se acopló al ensayo precedente de castigo, de modo que en presencia de la señal REC las ratas recibieron la misma cantidad y distribución de descargas que las recibidas durante la señal de Castigo inmediatamente anterior. Sin embargo, las descargas durante la señal REC siempre se entregaron de manera independiente a la conducta de presionar la palanca.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 10.14 en términos de la supresión de la presión de palanca durante las señales REC y las de Castigo. Dado que se utilizaron descargas breves y leves (0.5 mA, 0.5 segundos), no se observó mucha supresión de la conducta durante el estímulo REC. En contraste, la misma cantidad y distribución de las descargas suprimieron considerablemente la respuesta durante el estímulo del castigo. Esta diferencia ilustra el hecho de que la entrega de las descargas de manera contingente a una respuesta instrumental es más eficaz para suprimir la respuesta que la entrega del estímulo aversivo independientemente de la conducta.

Efectos de la demora del castigo

Otro factor importante en el castigo es el intervalo entre la respuesta objetivo y el estímulo aversivo. Aumentar la demora del castigo produce menos supresión de la conducta (Baron, 1965; Camp *et al.*, 1967). Esta relación es particularmente importante en las aplicaciones prácticas del castigo. Es posible que ocurran demoras inadvertidas si la respuesta indeseable no se detecta de inmediato, si se requiere tiempo para investigar quién es en realidad responsable de un error o para preparar el estímulo aversivo. Dichas demoras pueden anular por completo la efectividad del castigo. Si no puede castigar la respuesta objetivo de inmediato, más valdría no castigarla.

**FIGURA 10.15**

Registro acumulativo del picoteo de una paloma cuando la respuesta no era castigada, así como cuando se castigaba de acuerdo a diversos programas de castigo de razón fija. Las barras oblicuas indican la aplicación del castigo. La respuesta era reforzada de acuerdo con un programa de intervalo variable tres minutos. (Tomado de "Fixed-Ratio Punishment" de N. H. Azrin, W. C. Holz y D. R. Hake, 1963. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, pp. 141-148.)

Efectos de los programas de castigo

Así como el reforzamiento positivo no tiene que entregarse cada vez que ocurre la respuesta instrumental, el castigo también puede aplicarse de manera intermitente, tal como vimos en el experimento de Goodall, en el que el castigo se entregó de acuerdo a un programa RF 3. Estudios más sistemáticos han demostrado que el grado de supresión de la respuesta producido por el castigo depende de la proporción de respuestas que son castigadas.

En un estudio de castigo de razón fija de Azrin y sus colaboradores (1963), primero se entregó reforzamiento alimenticio a palomas por picotear una tecla de acuerdo con un programa de intervalo variable. Luego se introdujo el castigo. Se probaron diversos procedimientos de castigo de razón fija a la vez que permanecía en efecto el programa de reforzamiento de IV. Los resultados se muestran en la figura 10.15. Cuando cada respuesta recibía una descarga (castigo RF 1), el picoteo cesó por completo. Con los otros programas de castigo, la tasa de respuesta dependía de lo intermitente del castigo. Los programas con razones fijas más altas permitían que más respuestas quedaran sin castigo. Por consecuencia, no resulta sorprendente que se observaran tasas más altas de respuesta cuando se usaban programas de castigo con razones fijas más altas. Sin embargo, sorprendentemente se observó alguna supresión de la conducta incluso cuando sólo cada milésima de respuesta era seguida de la descarga.

Tipos y programas de reforzamiento positivo

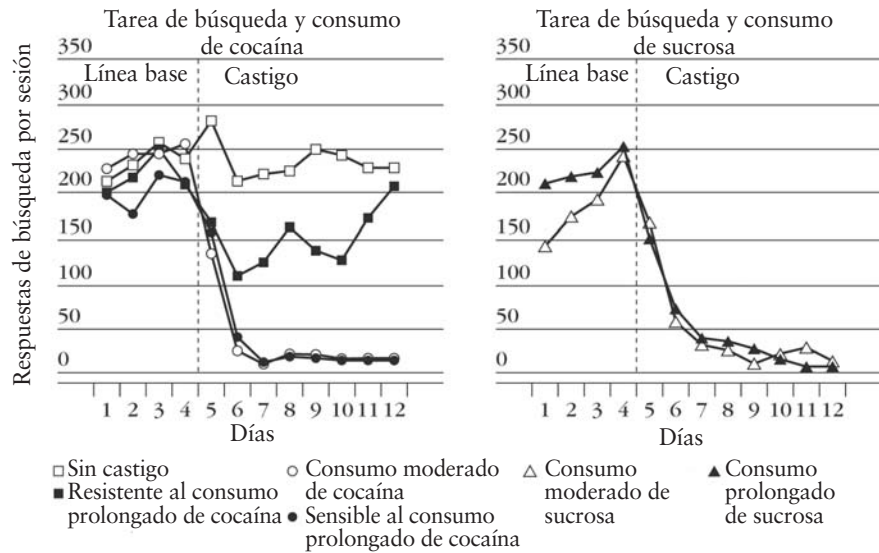
En la mayoría de las situaciones de castigo la respuesta objetivo es mantenida al mismo tiempo por un programa de reforzamiento positivo. Un estudiante de preparatoria que es castigado por violar el código de vestimenta de la escuela al mismo tiempo es reforzado con la aprobación social de los pares por romper las reglas. En este caso, la fuente alternativa de reforzamiento es evidente. En

otras situaciones, como la conducta autolesiva en una persona con capacidades diferentes del desarrollo, la respuesta objetivo puede ser mantenida por reforzamiento intrínseco. No importa cuál sea la fuente alternativa de reforzamiento, los efectos del castigo dependen en gran medida del reforzador que mantiene la respuesta objetivo. Esta relación es notable en el caso en que los reforzadores son las drogas. Uno de los distintivos de la dependencia a las drogas es que el individuo continúa buscándolas y consumiéndolas aun cuando esto le ocasione la pérdida de trabajo, familia, casa y salud.

Sólo hasta hace poco los científicos lograron desarrollar un modelo animal de la dependencia a las drogas que fuese satisfactorio y que incorporase la resistencia al castigo de la conducta de búsqueda de la droga. Pelloux, Everitt y Dickinson (2007) entrenaron ratas para obtener un golpe de cocaína usando una tarea con dos palancas. La primera era la palanca de búsqueda de la droga y la segunda era la de su consumo. Al principio de cada ensayo, la palanca de búsqueda era extendida en la cámara experimental. La respuesta en esta palanca de acuerdo a un programa IV 120 segundos tenía como resultado la aparición de la palanca de consumo. Una respuesta en la palanca de consumo producía un golpe de cocaína (entregada de manera intravenosa). Las ratas recibían una cantidad moderada de entrenamiento en esta tarea (alrededor de ocho sesiones) o un entrenamiento amplio (14 sesiones adicionales). Luego se introdujo el castigo. En la mitad de los ensayos, la respuesta en la palanca de búsqueda terminaba con una breve descarga y no se entregaba la cocaína. En el resto de los ensayos no había descarga y se disponía de la cocaína como de costumbre. (Un grupo control siguió siendo entrenado sin el castigo.)

Los resultados de la línea base y la fase de castigo del experimento se muestran en el panel izquierdo de la figura 10.16. Durante la fase de línea base los sujetos realizaron entre 200 y 250 respuestas de búsqueda por sesión. La respuesta continuó en este nivel en las ratas que no fueron castigadas. Si bien la introducción del castigo produjo un decremento en la conducta, dicho decremento dependía del grado de entrenamiento en la tarea reforzada con la droga. El castigo fue muy eficaz para las ratas con entrenamiento moderado. Los resultados no fueron concluyentes para las que recibieron el entrenamiento extensivo en la autoadministración de cocaína. Algunas ratas de este último grupo se comportaron como las que recibieron entrenamiento moderado, ya que el castigo suprimió su conducta de búsqueda de la droga. En contraste, algunas ratas de este grupo (cinco de 21) se mostraron resistentes a los efectos del castigo. Esas ratas resistentes al castigo mostraron una disminución inicial de la respuesta cuando se introdujo el castigo, pero ante la continuación del castigo recuperaron luego su conducta de búsqueda de la droga.

Los científicos suelen desanimarse cuando encuentran que una manipulación es eficaz sólo en un subgrupo de sus sujetos, aun cuando en este caso el hecho de que el castigo no funcionara para un subgrupo de las ratas que recibieron entrenamiento extensivo con la cocaína es una buena noticia, pues resulta un mejor modelo de la dependencia humana. Sólo un subgrupo de personas que prueban o utilizan las drogas de manera habitual desarrolla este tipo de dependencia grave que las conduce a continuar sus conductas adictivas a expensas del matrimonio, trabajo o casa. Otros investigadores han demostrado que en las ratas con una amplia historia de autoadministración de cocaína, la resistencia al castigo, la persistencia de la conducta de búsqueda de la droga en extinción y la motivación para obtener la droga (medida por un programa de razón progresiva) están

**FIGURA 10.16**

Tasa de respuestas de búsqueda de cocaína (panel izquierdo) o de sucrosa (panel derecho) durante un periodo de línea base y uno en que el castigo ocurría en la mitad de los ensayos. Diferentes grupos de ratas recibieron entrenamiento moderado o extensivo. Los sujetos que recibieron el entrenamiento extensivo con la cocaína fueron separados de nuevo dependiendo de si eran sensibles o resistentes a los efectos del castigo. Un grupo control que recibía cocaína como reforzamiento fue probado sin el castigo. (Pelloux, Everitt y Dickinson, 2007.)

correlacionadas con las recaídas inducidas por las drogas (Deroche-Gamonet, Belin y Piazza, 2004).

Sin embargo, queda por responder una pregunta importante: ¿la resistencia al castigo es una consecuencia del uso de la cocaína como reforzador o dichos efectos también se observan luego del entrenamiento extensivo con otros reforzadores? Para responder esa pregunta, Pelloux y sus colaboradores (2007) utilizaron sucrosa como reforzador y entrenaron a ratas con un procedimiento idéntico al utilizado con los sujetos reforzados con cocaína. Los resultados del castigo de la conducta de búsqueda de sucrosa se resumen en el panel derecho de la figura 10.16. La búsqueda de sucrosa fue suprimida por el castigo, independientemente de que los sujetos recibieran entrenamiento moderado o extensivo. Ninguna de las ratas que recibieron la sucrosa mostró evidencia de ser tan adicta a la sucrosa que se volvieran resistentes al castigo. Sólo la cocaína produjo esos resultados.

Los resultados del estudio de Pelloux y sus colaboradores (2007) demuestran que los efectos del castigo dependen de lo que se utiliza para reforzar la conducta objetivo. También es importante el programa de reforzamiento usado con la respuesta objetivo. Cuando la conducta es mantenida con un programa de intervalo fijo o variable de reforzamiento positivo, el castigo produce una disminución en la tasa total de respuesta. Sin embargo, la distribución temporal de la conducta no se ve alterada. Es decir, durante el procedimiento de castigo el reforzamiento positivo de intervalo variable produce una tasa de respuestas suprimida pero estable (figura 10.15), mientras que el reforzamiento positivo de intervalo fijo produce el típico patrón festoneado de respuestas (Azrin y Holz, 1961).

El resultado es diferente si la conducta se mantiene con un programa de reforzamiento positivo de razón fija. Como se mencionó en el capítulo 6, los programas de razón fija producen una pausa en la respuesta justo después del reforzamiento

(la pausa posreforzamiento), seguida por una tasa alta y estable de respuesta hasta completar el número de respuestas necesario para recibir el siguiente reforzador (la carrera de razón). El castigo suele incrementar la duración de la pausa posreforzamiento, pero tiene poco efecto sobre la carrera de la razón (Azrin, 1959; consulte también los trabajos de Church, 1969; Dardano y Sauerbrunn, 1964).

Disponibilidad de fuentes alternativas de reforzamiento positivo

El castigo tiene resultados notablemente diferentes dependiendo de si el sujeto puede obtener reforzamiento por medio de alguna otra actividad. Esto es muy importante en las aplicaciones prácticas del castigo. Si la respuesta castigada es la única actividad de que dispone el sujeto para obtener reforzamiento, el castigo será mucho menos eficaz que si además de castigar al sujeto se le proporciona una fuente alternativa de reforzamiento.

La importancia de las fuentes alternativas de reforzamiento fue demostrada por Herman y Azrin (1964) en un estudio pionero realizado con fumadores hombres adultos. Los sujetos se sentaron frente a dos palancas de respuesta. La presión de cualquiera de las palancas era reforzada con un cigarrillo de acuerdo a un programa de intervalo variable. Después que la conducta ocurría a una tasa estable, la respuesta en una de las palancas era castigada con un breve ruido detestable. En una condición experimental sólo se disponía de una palanca durante la fase de castigo; en la otra condición se disponía de ambas palancas, pero sólo en una de ellas la respuesta era castigada con el ruido. La figura 10.17 muestra los resultados. Cuando la respuesta castigada era la única forma de obtener cigarrillos, el castigo producía una supresión moderada de la conducta. En contraste, cuando se disponía de la palanca alternativa, cesaba del todo la respuesta en la palanca castigada. Es decir, disponer de una respuesta alternativa para obtener reforzamiento positivo incrementó considerablemente los efectos supresivos del castigo. En otras situaciones se han obtenido resultados similares. Por ejemplo, los niños castigados por divertirse con ciertos juguetes mostraban una probabilidad mucho menor de jugar con ellos si a cambio se les permitía

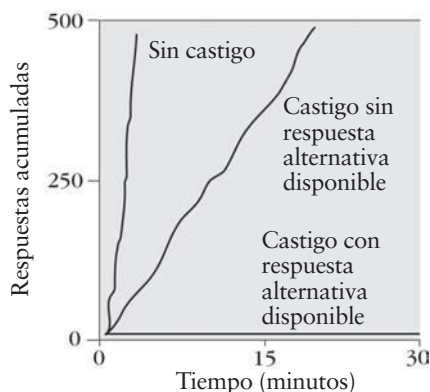


FIGURA 10.17

Registro acumulativo de respuestas cuando éstas no eran castigadas, cuando eran castigadas y no había una fuente alternativa de reforzamiento y cuando eran castigadas pero se disponía de una respuesta alternativa reforzada. (Tomado de "Fixed-Ratio Punishment" de N. H. Azrin y W. C. Holz, en W. K. Honig (editores), 1966, *Operant Behavior*. Derechos reservados © 1966 por Prentice Hall.)

recrearse con otros juguetes (Perry y Parke, 1975). El reforzamiento de la conducta alternativa también incrementa la eficacia del castigo leve para suprimir la conducta autolesiva en individuos con graves capacidades diferentes del desarrollo (Thompson, Iwata, Connors y Roscoe, 1999).

Efectos de un estímulo discriminativo para el castigo

Como se mostró en el capítulo 8, si se dispone de reforzamiento positivo por responder en presencia de un estímulo distintivo, pero el reforzamiento no está disponible en su ausencia, el organismo aprenderá a responder sólo cuando esté presente el estímulo. Los efectos supresivos del castigo también pueden ponerse bajo control del estímulo. Esto ocurre si la respuesta es castigada en presencia de un estímulo discriminativo pero no se castiga en su ausencia. Dicho procedimiento se denomina **castigo discriminado**. Con el entrenamiento del castigo discriminado los efectos supresivos del castigo quedarán limitados a la presencia del estímulo discriminativo (Dinsmoor, 1952).

El castigo discriminado se utilizó en el estudio cuyos resultados se resumen en la figura 10.12. Los universitarios que participaron en el experimento podían obtener puntos por responder en presencia de uno de los estímulos discriminativos, el E^D . En presencia del otro estímulo discriminativo, el E^D_C , la respuesta también era castigada con la pérdida de puntos. Como muestra la figura 10.12, la supresión de los efectos del castigo se limitó en gran medida al E^D_C .

El hecho de que los efectos supresivos del castigo puedan limitarse a la presencia de un estímulo discriminativo a menudo representa un problema en la aplicación del castigo. En muchas situaciones, la persona que aplica el castigo también funciona como estímulo discriminativo del mismo, lo que tiene el resultado de que la conducta indeseable sólo se suprime en tanto que el monitor esté presente. Por ejemplo, los niños aprenden qué maestros son estrictos en relación a la disciplina y a suprimir su conducta bravucona con esos maestros más que con otros. Una patrulla en la carretera es un estímulo discriminativo que indica el castigo por exceso de velocidad. Es más probable que los conductores se mantengan dentro o por debajo del límite de velocidad en los tramos de la carretera donde ven patrullas que en los tramos donde no.

El castigo como señal de la disponibilidad de reforzamiento positivo

En ciertas circunstancias la gente parece buscar el castigo. ¿Cómo es eso posible? ¿No se supone que el castigo suprime la conducta? La evidencia empírica sugiere que los mecanismos conductuales convencionales pueden dar lugar a la preferencia por el castigo. Es posible que se busque el castigo si sólo se dispone de reforzamiento positivo cuando la respuesta instrumental también es castigada. En tales circunstancias, el castigo puede convertirse en señal, o estímulo discriminativo, de la disponibilidad del reforzamiento positivo. Si eso sucede, el castigo incrementará la respuesta en lugar de suprimirla.

En una demostración de las propiedades del castigo como estímulo discriminativo, primero se entrenó a palomas para picotear una tecla para obtener reforzamiento alimenticio de acuerdo con un programa de intervalo variable (Holz y Azrin, 1961). Cada respuesta se castigó posteriormente con una descarga leve pero suficiente para reducir la tasa de respuestas aproximadamente en 50%. En la siguiente fase del experimento, se alternaron periodos en que

estaba en efecto el castigo con otros en que el castigo no estaba programado. Además, la respuesta de picoteo sólo era reforzada con comida durante los periodos de castigo. El castigo y los periodos de seguridad no eran señalados por un estímulo ambiental, como una luz o un tono. La única forma en que las palomas podían saber si el reforzamiento estaba disponible era ver si las castigaban por picotear. En esas circunstancias ocurrieron tasas más altas de picoteo durante los periodos de castigo que durante los seguros. El castigo se convirtió en un estímulo discriminativo del reforzamiento alimenticio. (En los trabajos de Brown, 1969; Brown y Cunningham, 1981; Dean y Pittman, 1991; y Melvin, 1971, encontrará otros ejemplos de la conducta de búsqueda del castigo.)

Teorías del castigo

En contraste con el estudio de la conducta de evitación, las investigaciones sobre el castigo por lo general no han sido motivadas por consideraciones teóricas. La mayor parte de la evidencia disponible sobre los efectos del castigo ha sido producto de la curiosidad empírica. Los investigadores estaban más interesados en averiguar cómo influyen diversas manipulaciones en el castigo que en probar planteamientos teóricos específicos. De hecho, son pocas las teorías sistemáticas del castigo y la mayor parte de ellas fueron planteadas hace algún tiempo (Spradlin, 2002). Describiremos a continuación tres de las teorías del castigo más destacadas.

La teoría de la respuesta emocional condicionada

Una de las primeras teorías del castigo fue propuesta por Estes (1944) y se basa en las observaciones de Estes y Skinner (1941) de que un estímulo condicionado que es emparejado con una descarga suprime el desempeño de la conducta instrumental reforzada con comida. En este capítulo y en el capítulo 3 vimos este procedimiento de supresión condicionada o respuesta emocional condicionada. La supresión condicionada implica la supresión de la conducta en marcha provocada por un estímulo que se asoció con estimulación aversiva. La supresión conductual ocurre principalmente cuando un estímulo condicionado con el miedo provoca congelamiento, lo cual interfiere con otras actividades.

Estes (1944) propuso que el castigo suprime la conducta por medio del mismo mecanismo que produce la supresión condicionada ante un estímulo condicionado con el miedo (Estes, 1969). Sin embargo, en contraste con el experimento usual de supresión condicionada, los procedimientos de castigo por lo regular no involucran un EC explícito que señale la presentación inminente de un estímulo aversivo. Estes sugirió que esta función la desempeñan los diversos estímulos y experiencias individuales que están presentes justo antes de emitir la respuesta de castigo. Por ejemplo, considere cómo funciona un cerco invisible o electrónico para mantener a un perro dentro de su patio; el cerco detecta el momento en que el perro se acerca al borde de su patio y le aplica una descarga breve por medio de un collar con un sensor remoto si cruza este límite. La respuesta castigada (ir demasiado lejos) se asocia con varias señales de los límites del patio. Cuando el perro es castigado, las señales visuales y espaciales del límite del patio se emparejan con la descarga. Si se repite el episodio de castigo, los estímulos del límite quedan fuertemente condicionados con la descarga. De acuerdo con la teoría de la respuesta emocional condicionada, a medida

RECUADRO 10.2

Cuando el castigo no funciona

En ocasiones los niños son llevados al terapeuta, pues su conducta está fuera de control, se muestran revoltosos y no responden a las prácticas disciplinarias de los padres o los maestros. Es posible que como último recurso se recurra al castigo, pero sin mucho éxito; incluso es probable que los padres o maestros adviertan que el castigo sólo empeora la conducta del niño. No es inusual que los niños con un grave problema de este tipo reciban un diagnóstico de hiperactividad o trastorno emocional. Esas etiquetas sugieren que hay algo esencialmente mal en el niño. Sin embargo, los terapeutas conductuales han encontrado que, en algunos casos, el problema no es otra cosa que el resultado de un mal manejo de la disciplina. Es probable que los padres o los maestros sin pretenderlo hayan convertido al castigo en un estímulo discriminativo del reforzamiento positivo. En lugar de disminuir alguna conducta indeseable, el castigo la incrementa. ¿A qué puede deberse esto?

Tomemos la situación hipotética de Juanito, quien vive en casa con dos padres atareados. Al igual que la mayoría de los niños, Juanito es bastante activo. Si está jugando tranquilamente en su cuarto, es probable que los padres lo ignoren y se ocupen de sus propios asuntos; pero si el niño se porta mal o hace exigencias, los padres se ven forzados a prestarle atención. Es posible que los padres sólo atiendan al niño cuando se porta mal o se muestra exigente. En los momentos en que no causa problemas los padres pueden sentirse agradecidos y aliviados por tener un momento de paz. Por consiguiente, en lugar de reforzar la conducta cooperativa y pacífica, los padres ignoran al niño en esos momentos. Lo que tenemos entonces es un círculo vicioso. Entre más mal se comporte Juanito, menos atención recibe por su buen comportamiento, ya que los padres valoran cada vez más los momentos tranquilos como la oportunidad de hacer algo por sí mismos. La mala conducta se convierte en

el medio principal de Juanito para obtener atención. El castigo y las reprimendas que acompañan a la conducta le indican que los padres se interesan por él y le prestan atención.

En realidad, los terapeutas no tienen la oportunidad de observar cómo se originan los problemas conductuales de este tipo. La explicación en términos del *valor discriminativo del castigo* es apoyada por el resultado de los intentos por cambiar la situación. La hipótesis sugiere que si se cambian los patrones de atención de los padres puede aliviarse el problema de conducta. De hecho, es común que los psicólogos clínicos enseñen a los padres cómo atender a las actividades apropiadas y constructivas y la manera de aplicar castigo dirigiendo un mínimo de atención al niño. En muchos casos se observan mejoras notables cuando los padres logran entregar reforzamiento positivo a la conducta cooperativa con su atención e ignorar las actividades perturbadoras en la medida de lo posible.

que esas señales adquieren propiedades aversivas condicionadas, llegarán a provocar congelamiento, que es incompatible con la conducta castigada. Por consiguiente, la respuesta castigada será suprimida.

La teoría de la respuesta emocional condicionada puede explicar muchos efectos del castigo. Por ejemplo, el hecho de que las descargas más intensas y de mayor duración producen más supresión de la respuesta puede explicarse suponiendo que los estímulos condicionados con esos eventos aversivos provocan respuestas emocionales condicionadas más fuertes. La teoría también puede explicar por qué la estimulación aversiva produce mayor supresión de la respuesta cuando es contingente a la misma que cuando se entrega de manera independiente de la respuesta. Si la descarga es producida por la respuesta instrumental, los estímulos que se condicionan con la descarga tienen mayor probabilidad de relacionarse estrechamente con el desempeño de dicha conducta. Por consecuencia, las respuestas emocionales condicionadas tienen mayor probabilidad de interferir con la respuesta castigada.

Teoría de la evitación del castigo

Una alternativa a la teoría de la respuesta emocional condicionada considera al castigo como una forma de conducta de evitación. Esta teoría se vincula más es-

trechamente con el trabajo de Dinsmoor (1954, 1977, 1998) y sigue la tradición de la teoría de los dos procesos de la evitación. Dinsmoor aceptaba la idea de que los estímulos que acompañan a la respuesta instrumental adquieren propiedades aversivas cuando la respuesta es castigada, pero además propuso que los organismos aprenden a escapar de los estímulos aversivos condicionados relacionados con la conducta castigada realizando alguna otra conducta que sea incompatible con la actividad castigada. El desempeño de la actividad alternativa tiene como resultado la supresión de la conducta castigada. Por consiguiente, la teoría de la evitación explica el castigo en términos de la adquisición de respuestas de evitación incompatibles.

La teoría de la evitación del castigo es una propuesta ingeniosa. Sugiere que todos los cambios producidos por el condicionamiento instrumental aversivo (se trate de un incremento o una disminución en la probabilidad de una respuesta) pueden ser explicados por los mismos mecanismos del aprendizaje de evitación. No se considera que la supresión de la conducta refleje el debilitamiento de la respuesta castigada, sino que es explicada en términos del fortalecimiento de respuestas rivales de evitación.

A pesar de su ingenio y parsimonia, la teoría de la evitación del castigo también ha generado polémica. Dado que explica el castigo en términos de mecanismos de evitación, todos los problemas teóricos que han sido una carga para el análisis de la conducta de evitación se convierten en problemas para el análisis del castigo. Otra dificultad para la teoría es que sus elementos fundamentales no están planteados de una forma que facilite su comprobación o refutación (Rachlin y Herrnstein, 1969; Schuster y Rachlin, 1968). Los estímulos que se supone adquieren propiedades aversivas condicionadas no están bajo el control directo del experimentador. Más bien, son eventos que se supone son experimentados por un organismo cuando está a punto de emitir la respuesta castigada. También están mal especificadas las respuestas de evitación que supuestamente son adquiridas. La teoría no puede predecir cuáles serán esas respuestas o cómo podríamos identificarlas o medirlas.

El castigo y la ley negativa del efecto

La tercera y última explicación del castigo que describiremos también es la más antigua. Thorndike (1911) propuso originalmente que el reforzamiento positivo y el castigo involucran procesos simétricamente opuestos. Así como el reforzamiento positivo fortalece la conducta, el castigo la debilita. Más tarde abandonó la idea de que el castigo debilita la conducta (Thorndike, 1932), pero la creencia de que existe una versión negativa de la ley del efecto que es comparable pero opuesta a la versión positiva de dicha ley ha sido conservada por otros investigadores (por ejemplo, Azrin y Holz, 1966; Rachlin y Herrnstein, 1969).

Premack y sus colaboradores iniciaron una aproximación a la versión negativa de la ley del efecto. Como se expuso en el capítulo 7, Premack propuso que el reforzamiento positivo ocurre cuando la oportunidad para realizar una actividad muy valorada se hace depender del desempeño previo de una actividad que se valora menos. De acuerdo con Premack, la contingencia de castigo invierte esta relación. En el castigo, una actividad poco valorada ocurre de manera contingente al desempeño de una conducta altamente valorada. Por ejemplo, la probabilidad de que uno se exponga a una descarga es mucho menor que la probabilidad de

presionar una palanca para recibir comida. Como resultado, la descarga puede castigar la presión de la palanca. (Puede encontrar un análisis más detallado en los trabajos de Burkhard, Rachlin y Schrader, 1978; y de Premack, 1971a.)

La investigación contemporánea relacionada con una posible versión negativa de la ley del efecto ha empleado programas concurrentes de reforzamiento en que un componente incluye una contingencia de castigo (por ejemplo, Critchfield, Paletz, MacAleese y Newland, 2003). Como vimos en el capítulo 6, en un programa concurrente el sujeto dispone al mismo tiempo de dos respuestas, cada una de las cuales es reforzada con un programa diferente. Los resultados de dichos experimentos suelen analizarse usando la ley de igualación generalizada que describe la forma en que la tasa relativa de la respuesta en una alternativa se relaciona con la tasa relativa de reforzamiento en esa alternativa. Como se advirtió en el capítulo 6, la ley de igualación generalizada incluye parámetros para el sesgo de respuesta y la sensibilidad a las tasas relativas de reforzamiento (página 202). El castigo puede cambiar esos parámetros.

En un estudio reciente, Rasmussen y Newland (2008) estaban interesados en averiguar si un estímulo punitivo y un reforzador tienen efectos iguales pero opuestos (Carlson y Tamm, 2000, realizaron un estudio similar en niños con TDAH). Para responder esa pregunta tenían que igualarse las magnitudes del estímulo aversivo y el reforzador, pero eso es difícil de lograr con resultados como una descarga y comida. ¿Qué intensidad y duración de la descarga son equivalentes a una pella de comida? Rasmussen y Newland (2008) sortearon esta pregunta utilizando como consecuencia ganancias y pérdidas monetarias. Estudiantes universitarios trabajaban en un programa concurrente que implicaba hacer clic en blancos en movimiento sobre la pantalla de una computadora. Se disponía al mismo tiempo de dos objetivos diferentes y hacer clic en cada uno de ellos era reforzado de acuerdo a un programa diferente de intervalo variable. El reforzador era la obtención de cuatro centavos de dólar y el estímulo aversivo era la pérdida de cuatro centavos de dólar. Después que la respuesta se estabilizó en un programa concurrente que sólo involucraba reforzamiento en cada componente, se agregó a uno de ellos una contingencia de castigo que también se aplicaba de acuerdo con un programa de intervalo variable. Cada participante fue probado con nueve variaciones de los programas concurrentes y los resultados se analizaron usando la ley generalizada de igualación, haciendo énfasis especial en los parámetros de sesgo y sensibilidad.

Uno no esperaría que la ganancia y la pérdida de cuatro centavos de dólar pudieran motivar mucha conducta entre los universitarios, pero los resultados fueron notables. Imponer un procedimiento de castigo en un componente del programa concurrente generó un sesgo importante a favor de la respuesta en la alternativa no castigada. Además, la contingencia de castigo ocasionó una disminución en la sensibilidad a las tasas relativas de reforzamiento. Más interesante aún, el castigo fue tres veces más eficaz que el reforzamiento. Rasmussen y Newland concluyeron que “la pérdida de un centavo es tres veces más aversivo que lo reforzante que puede ser la obtención del mismo centavo” (p. 165).

El castigo fuera del laboratorio

Como hemos visto, el castigo puede ser un procedimiento sumamente eficaz para suprimir con rapidez la conducta y ocasionar un cambio importante a favor de

las respuestas alternativas que son reforzadas, aun cuando la eficacia del castigo en los estudios de laboratorio no es suficiente para justificar su aplicación fuera del laboratorio. Los procedimientos de castigo son sumamente susceptibles al abuso. Incluso si se aplican de manera apropiada, existen serias restricciones éticas al uso del castigo y éste puede tener efectos secundarios problemáticos.

El castigo por lo general no se aplica de manera eficaz. Cuando se introduce suele hacerse con intensidades bajas (por ejemplo, una reprimenda por la primera falta) y es posible que el estímulo aversivo no se presente inmediatamente después de la respuesta, sino que se demore hasta que sea conveniente aplicarlo (“¡Espera a que se enteren tus padres!”). Por lo regular el castigo se aplica de acuerdo con un programa intermitente y las posibilidades de ser atrapado quizá no sean altas. (¿Qué tan a menudo se multa a los conductores que exceden los límites de velocidad?) Es raro que el castigo sea acompañado por fuentes alternativas de reforzamiento, pues es mucho más fácil reaccionar a las transgresiones que asegurar el reforzamiento de la conducta apropiada. A menudo existen estímulos discriminativos claros para el castigo. La conducta no deseada sólo puede monitorearse en momentos particulares o por una determinada persona, lo que hace probable que la conducta castigada sólo se suprima en esos momentos. Por último, el castigo puede ser la única fuente de atención para algunas personas, lo que lo convierte en un estímulo discriminativo para el reforzamiento positivo.

Los problemas anteriores con el uso del castigo fuera del laboratorio pueden ser superados, pero es difícil prevenir esos escollos en las interacciones interpersonales comunes. Cuando se grita a un hijo o le cuelga el teléfono a la novia es probable que lo haga por frustración y enojo. Un acto de castigo por frustración puede violar muchas de las directrices para el uso eficaz del castigo. Castigar a alguien en un acto de enojo y frustración no es una forma de entrenamiento sistemático sino de abuso.

El uso del castigo en la crianza ha sido tema de muchas investigaciones. En congruencia con las implicaciones de la investigación en el laboratorio, una revisión de los trabajos publicados sobre el uso del castigo corporal por parte de los padres concluyó que hay una fuerte relación entre el castigo y el incremento inmediato de la obediencia de parte de un niño (Gershoff, 2002). Sin embargo, el mismo análisis demostró que el castigo corporal también se asocia con consecuencias no planeadas, como la agresión por parte de los niños, problemas en su salud mental y dificultades en la relación entre padre e hijo. Además, el castigo de los padres se asocia con conducta delictiva y antisocial, y con una mayor incidencia de comportamiento agresivo en la adultez, aunque es difícil aislar en esos efectos el papel causal del castigo de los padres, pues la mayor parte de la evidencia se basa en datos correlacionales. Los padres que son propensos al uso del castigo pueden ser fríos y distantes en su relación con sus hijos y estar menos dispuestos a recompensarlos por el buen comportamiento; o pueden ser severos y punitivos de distintas maneras, una de las cuales es el castigo corporal.

En muchos países (Austria, Croacia, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Israel, Italia, Letonia, Noruega y Suecia) se ha declarado ilegal el uso del castigo corporal por parte de los padres. Aunque no se ha declarado ilegal en Estados Unidos, más de la mitad de las entidades de ese país han adoptado leyes que limitan el uso del castigo corporal por parte de maestros y tutores. Sin embargo, el uso del castigo puede estar justificado e incluso ser imperativo si existen probabilidades de que la conducta objetivo sea perjudicial y la conducta

tiene que suprimirse de inmediato (Lerman y Vorndran, 2002). Si un niño está a punto de perseguir una pelota en medio de una calle transitada, no hay tiempo para el moldeamiento y el reforzamiento positivo de la conducta apropiada. En ocasiones también es recomendable usar el castigo para controlar la conducta autolesiva en personas con capacidades diferentes del desarrollo.

Por ejemplo, en un estudio se empleó castigo para suprimir el vómito recurrente en un bebé de nueve meses de edad (Linscheid y Cunningham, 1977). El vómito recurrente había provocado una pérdida excesiva de peso y desnutrición, por lo que existía el riesgo de que el niño sufriera complicaciones de salud fatales si no recibía tratamiento. Como estímulo aversivo se usaron descargas breves (0.5 segundos) que eran suficientes para provocar una respuesta de sobresalto, pero no para provocar llanto. El procedimiento de castigo suprimió el vómito casi por completo en el curso de tres días. La supresión del vómito se mantuvo después que el niño fue dado de alta del hospital. El bebé empezó a recuperar peso y muy pronto estaba en el rango normal.

El ejemplo anterior demuestra que el castigo puede ser un procedimiento útil de tratamiento y que en ocasiones es la única opción disponible. Pero, si se utiliza tiene que ser como parte de un programa de tratamiento sistemático y bien planeado de modo que se eviten los efectos secundarios nocivos del castigo.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. ¿Cuál es el problema fundamental en el análisis de la conducta de evitación y cómo resuelve este problema la teoría de los dos procesos?
2. Compare los procedimientos de evitación discriminada y de evitación de operante libre.
3. ¿Cómo puede usarse el concepto de señal de seguridad para explicar el aprendizaje de evitación de operante libre?
4. ¿Qué son las reacciones de defensa específicas de la especie y por qué es importante tenerlas en cuenta en las situaciones de evitación y de castigo?
5. Describa los factores que mejoran la eficacia del castigo para suprimir la conducta.
6. ¿En qué se asemeja y en qué se distingue el castigo del reforzamiento positivo?

TÉRMINOS CLAVE

castigo Procedimiento de condicionamiento instrumental en que existe una contingencia positiva entre la respuesta instrumental y un estímulo aversivo. Si el participante realiza la respuesta instrumental, recibe el estímulo aversivo; si no realiza la respuesta instrumental, no recibe el estímulo aversivo.

castigo discriminado Procedimiento en que la respuesta es castigada en presencia de un estímulo particular y no es castigada en ausencia de ese estímulo.

ensayo de escape Ensayo durante el entrenamiento de evitación discriminada en que no se realiza la respuesta de evitación requerida y se presenta el estímulo aversivo incondicionado. La realización de la respuesta instrumental durante el estímulo aversivo tiene como resultado la terminación del estímulo aversivo. Por consiguiente, el organismo puede escapar de dicho estímulo.

ensayo de evitación Ensayo en un procedimiento de evitación discriminada en que se realiza la respuesta de evitación y eso impide la presentación del estímulo aversivo.

- evitación** Procedimiento de condicionamiento instrumental en que la conducta del participante impide la entrega de un estímulo aversivo.
- evitación de operante libre** Lo mismo que *evitación no discriminada*.
- evitación de vaivén** Tipo de procedimiento de condicionamiento de evitación en que la respuesta instrumental requerida consiste en ir y venir entre dos lados del aparato experimental.
- evitación discriminada** Procedimiento de condicionamiento de evitación en que la presentación del estímulo aversivo es señalada por un estímulo condicionado. La respuesta emitida durante el estímulo condicionado termina el EC e impide la entrega del estímulo aversivo incondicionado. También se conoce como *evitación señalada*.
- evitación no discriminada** Procedimiento de condicionamiento de evitación en que las presentaciones del estímulo aversivo no son señaladas por un estímulo externo. Si no se realiza la respuesta de evitación, el estímulo aversivo se presenta de manera periódica, según lo establecido por el intervalo E-E. Cada ocurrencia de la respuesta de evitación crea (o reinicia) un periodo de seguridad determinado por el intervalo E-R durante el cual no se presenta el estímulo aversivo. También se conoce como *evitación de operante libre* y originalmente se conocía como *evitación de Sidman*.
- evitación señalada** Lo mismo que *evitación discriminada*.
- inminencia depredadora** La probabilidad percibida de que se va a ser atacado por un depredador. Las diferentes respuestas de defensa típicas de la especie ocurren ante diferentes grados de inminencia depredadora.
- intervalo E-E** El intervalo entre las presentaciones sucesivas del estímulo aversivo en un procedimiento de evitación no discriminada cuando no se realiza la respuesta de evitación.
- intervalo R-E** Intervalo entre la emisión de una respuesta de evitación y la siguiente presentación programada del estímulo aversivo en un procedimiento de evitación no discriminada. Por consiguiente, el intervalo R-E establece la duración de la seguridad creada por cada respuesta de evitación en un procedimiento de evitación no discriminada.
- inundación** Procedimiento para extinguir la conducta de evitación en que se presenta el estímulo condicionado a la vez que se impide que el participante realice la respuesta de evitación.
- paradigma de escape del miedo (PEM)** Situación en que los sujetos pueden aprender una respuesta instrumental para escapar de un estímulo que provoca temor miedo o para terminarlo. El escape del temor miedo proporciona un mecanismo de afrontamiento para individuos que sufren de un miedo excesivo.
- prevención de respuesta** Obstaculizar la oportunidad de realizar la respuesta de evitación de modo que el sujeto sea expuesto al estímulo que produce temor miedo sin poder escapar de él. Por lo regular se utiliza en conexión con la *inundación*.
- pulsión adquirida** Fuente de motivación para la conducta instrumental ocasionada por la presentación de un estímulo que antes se condicionó con un reforzador primario o incondicionado.
- reacciones de defensa específicas de la especie (RDEE)** Respuestas típicas de la especie que realizan los animales en una situación aversiva. Las respuestas pueden incluir congelamiento, huida o lucha.
- reducción de la frecuencia de la descarga** Hipótesis según la cual la reducción en la frecuencia de la descarga refuerza la conducta de evitación.
- señal de seguridad** Estímulo que señala la ausencia de un evento aversivo.
- sobrecorrección** Procedimiento para desalentar la conducta en que no sólo se requiere que el participante corrija o rectifique un error, sino que también se le pide que vaya más lejos, por ejemplo, que practique muchas veces la respuesta alternativa correcta.
- teoría de los dos procesos de la evitación** Teoría que originalmente se desarrolló para explicar el aprendizaje de la evitación discriminada y que supone la operación de dos mecanismos: el condicionamiento clásico del temor miedo a la señal de advertencia o EC, y el reforzamiento instrumental de la respuesta de evitación por medio de la terminación de la señal de advertencia y la consecuente reducción del temor miedo.
- tiempo fuera** Periodo durante el cual se elimina la oportunidad de obtener reforzamiento positivo. Esto puede implicar sacar al participante de la situación donde se obtienen los reforzadores.

Cognición comparada I: mecanismos de la memoria

¿Qué es la cognición comparada?

Paradigmas de la memoria animal

Memoria de trabajo y memoria de referencia

Igualación demorada a la muestra

Memoria espacial en laberintos

Mecanismos de la memoria

La adquisición y el problema de la
codificación del estímulo

Codificación retrospectiva y prospectiva

La retención y el problema del repaso
Recuperación

Olvido

Interferencia proactiva y retroactiva

Amnesia retrógrada

Comentarios finales

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

El estudio de la cognición comparada se remonta a los trabajos de Darwin sobre la evolución de la inteligencia, así como también a la investigación posterior sobre el aprendizaje en animales no humanos. Sin embargo, la mejor investigación sobre la cognición comparada se ha realizado durante los pasados 40 años. El capítulo 11 empieza con una definición de la cognición comparada y una breve exposición de algunos efectos cognoscitivos que ya se describieron en capítulos anteriores. El resto de este capítulo se dedica a la memoria, uno de los procesos cognoscitivos más importantes que se relacionan con el aprendizaje. Empezamos por describir la relación entre el aprendizaje y la memoria y la distinción entre la memoria de trabajo y la memoria de referencia. Posteriormente se revisan varios paradigmas importantes para el estudio de la memoria de trabajo en animales no humanos. La siguiente sección describe la investigación pertinente para tres etapas diferentes de la memoria: adquisición, retención y recuperación. El capítulo termina con el análisis de diferentes fuentes de los problemas de memoria y el fenómeno de la amnesia retrógrada.

Como se mencionó en el capítulo 1, el interés por la cognición comparada se remonta a la creación del campo del aprendizaje animal en la segunda mitad del siglo XIX. En los primeros esfuerzos experimentales por estudiar la cognición comparada se emplearon paradigmas de aprendizaje animal. No obstante, los estudios del aprendizaje animal muy pronto cobraron vida propia. Durante buena parte del siglo XX, las investigaciones sobre el aprendizaje se realizaron con animales más por lo que esos estudios nos decían sobre la conducta en general que por lo que nos decían acerca de la cognición comparada o la inteligencia animal. Sin embargo, los pasados 40 años atestiguaron el resurgimiento del interés por la cognición comparada y la inteligencia animal (Griffin, 1976; Hulse, Fowler y Honig, 1978; Ristau, 1991; Shettleworth, 1998; Spear y Riccio, 1994; Wasserman y Zentall, 2006a).

El renovado interés por la cognición comparada formó parte de la *revolución cognoscitiva* que recorrió muchas áreas de la psicología. Esos desarrollos estimularon un profuso debate teórico (Amsel, 1989; Heyes, 2003; Hintzman, 1991; Wasserman y Zentall, 2006b). A pesar de ese debate, una consecuencia importante del interés contemporáneo por la cognición comparada ha sido la prolongación del estudio del aprendizaje animal hacia muchas situaciones nuevas. Esas ampliaciones dieron lugar a muchas preguntas interesantes que no fueron exploradas en estudios convencionales del condicionamiento clásico e instrumental. En este capítulo y el siguiente se describirán algunos de esos desarrollos.

Además de ofrecer información novedosa e importante acerca del aprendizaje y la memoria, los estudios sobre la cognición comparada abordan el tipo de preguntas teóricas sobre la evolución de la inteligencia que cautivaron a Darwin. De la misma manera en que la exploración de otros planetas puede revelar la peculiaridad del hábitat terrestre, el estudio de las habilidades cognoscitivas de los animales nos brinda información acerca de la singularidad de diversas habilidades cognoscitivas de los seres humanos. Como lo planteara Wasserman (1993): “comparar la inteligencia de muchas especies de animales puede ayudarnos a

entender mejor lo que significa ser humano” (p. 211). Los estudios sobre la cognición comparada también son importantes, pues proporcionan modelos para la investigación de las bases neurofisiológicas de las funciones cognoscitivas. Por ejemplo, no es posible desarrollar medicamentos que mejoren la memoria si antes no se construyen modelos para el estudio de los mecanismos de la memoria (Gold, 2008). Los estudios realizados con animales sobre los mecanismos de la cognición también pueden ayudarnos en el diseño de robots y máquinas inteligentes (por ejemplo, Gnaty y Grossberg, 2007; Schaal *et al.*, 2004; Roitblat y Meyer, 1995).

¿QUÉ ES LA COGNICIÓN COMPARADA?

La palabra cognición proviene del término latín que significa *conocimiento* o *pensamiento* y suele emplearse para referirse a los procesos de pensamiento. En las conversaciones informales consideramos al pensamiento como la reflexión consciente, voluntaria y deliberada sobre algún tema, que por lo regular involucra al lenguaje. Otra característica del pensamiento que es importante para la cognición comparada es el hecho de que puede dar lugar a acciones que no logran ser explicadas a partir de los estímulos externos que un individuo experimenta en ese momento. Por ejemplo, en su camino hacia el trabajo quizá empiece a pensar que no cerró la puerta de su departamento al salir. Esta idea puede hacerlo regresar a su casa para cerciorarse de eso. Esa conducta no puede ser explicada por los estímulos externos que encontró en su ruta al trabajo. Usted encuentra esos estímulos todos los días sin regresar para revisar la puerta. Su conducta se atribuye más bien al pensamiento de que tal vez no cerró la puerta del departamento.

Existe alguna controversia acerca de lo que debería ser el campo de la cognición comparada. Los defensores de la **etología cognoscitiva** afirman que los animales pueden mostrar pensamiento consciente e intencionalidad (Griffin, 1992; Ristau, 1991). De acuerdo con los etólogos cognoscitivos, la cognición comparada debería comprender todos los temas incluidos en las consideraciones de la cognición humana. La afirmación de que los animales no humanos pueden mostrar conciencia e intencionalidad está basada en la complejidad, flexibilidad e inteligencia de varios ejemplos de la conducta animal. El argumento es que la intención consciente es la fuente probable de dicha conducta inteligente y flexible. Este es básicamente un argumento de diseño que ha sido debatido y rechazado por los filósofos durante siglos (Blumberg y Wasserman, 1995). Además de esos argumentos filosóficos, también es importante considerar estudios recientes que demuestran las limitaciones de la intención consciente como una explicación adecuada del comportamiento humano (Bargh y Morsella, 2008; Wegner, 2002). Si la intención consciente no puede describir de manera adecuada algunas características importantes de la conducta humana, ¿por qué deberíamos suponer que el concepto será de utilidad para explicar la conducta de animales no humanos?

En contraste con los etólogos cognoscitivos, los psicólogos experimentales utilizan el término *cognición comparada* en un sentido más restringido. Siguen a H. S. Jennings (1904-1976) quien argumentó hace un siglo que “la evidencia objetiva no puede demostrar la existencia ni la inexistencia de la conciencia, ya que la conciencia es justamente lo que no puede percibirse de manera objetiva”. Jennings dijo a continuación que “ninguna afirmación relativa a la conciencia de los animales está abierta a la refutación por medio de la observación y el experi-

mento” (p. 335-336). Los psicólogos experimentales contemporáneos relacionan estrechamente los mecanismos cognoscitivos con las predicciones conductuales. Eso posibilita que las inferencias cognoscitivas sean refutadas por la evidencia experimental. Los psicólogos experimentales hacen inferencias acerca de la maquinaria interna o cognoscitiva que interviene en la conducta en los casos en que son insuficientes los mecanismos E-R o reflejos simples. Sin embargo, tienen el cuidado de sólo aceptar aquellos procesos cognoscitivos propuestos que dan lugar a predicciones conductuales inequívocas (Zentall, 2001). Por consiguiente, para los psicólogos experimentales la cognición comparada no implica nada acerca de la conciencia o el razonamiento verbal. Más bien, la **cognición comparada** se refiere a constructos y modelos teóricos utilizados para explicar aspectos de la conducta que no es fácil describir en términos de mecanismos E-R o reflejos simples.

Una característica esencial de la cognición comparada es que emplea las explicaciones más simples posibles que son congruentes con los datos. Considere la siguiente descripción conductual:

“Al principio, la atracción es débil; es un vago anhelo y una leve inquietud. Al final, la fuerza del deseo se vuelve irresistible; su cabeza se vuelve de repente y resbala en el piso disparejo para acariciar los objetos de su afecto con ruptura consumada” (Wasserman y Zentall, 2006b, p. 3).

¿De quién es la conducta descrita? Según resulta, se trata de la descripción poética de una moneda que es atraída por un imán. Consideramos ahora que esta descripción es absurda cuando se aplica a una moneda, pues aceptamos que los objetos físicos, como una moneda, no tienen una esencia que sea capaz de una rica experiencia emocional. Por desgracia, es mucho más difícil adoptar una perspectiva científica similar hacia la conducta de animales no humanos, ya que hemos sido criados con las caricaturas de Disney y otras películas de dibujos animados cuyo valor como espectáculo se basa en atribuir una rica vida mental a animales tanto reales como ficticios. Cuando hacemos inferencias casuales acerca de la rica vida mental de un ave o una ardilla, proyectamos en ellas nuestros pensamientos, emociones e intenciones. Esas proyecciones dificultan el conocimiento de la cognición comparada, pues es imposible demostrarlas y prejuzgan las conclusiones a las que podemos llegar por medio de observaciones más sistemáticas. Esos errores en la interpretación excesiva de la conducta animal fueron señalados, hace más de un siglo, por C. Lloyd Morgan (1894), pero siguen siendo relevantes en la actualidad.

Los mecanismos cognoscitivos involucran una representación interna o registro “mental” de algo, así como las reglas para la manipulación de ese registro. Las representaciones internas pueden codificar diversos tipos de información, como las características particulares de los estímulos o las relaciones entre estímulos. Las representaciones internas y sus manipulaciones no pueden investigarse directamente a través del estudio del cerebro, sino que deben inferirse de la conducta. Por consiguiente, un mecanismo cognoscitivo es un constructo teórico inferido del comportamiento o de los objetos que se atraen entre sí.

La investigación sobre la cognición comparada se interesa en preguntas como la manera en que se forman las representaciones, los aspectos de la experiencia que codifican, la forma en que se almacena la información y el modo en que ésta se utiliza más tarde para guiar la conducta. Ya hemos analizado investigaciones relevantes para dichas preguntas en los análisis del condicionamiento clásico y el instrumental. Por ejemplo, en el capítulo 4 se señaló que el condicionamiento

clásico implica el aprendizaje de una asociación entre un EC y un EI. Como resultado de esta asociación, la presentación del EC activa una representación (*imagen mental*, si lo prefiere) del EI, y la respuesta condicionada refleja el estado de ésta. Si la representación del EI es modificada por medio de su devaluación, se da un cambio correspondiente en la respuesta condicionada. En el capítulo 7 se describieron mecanismos similares que implican asociaciones E-C y R-C.

PARADIGMAS DE LA MEMORIA ANIMAL

Una de las mayores áreas de la cognición comparada es el estudio de la memoria (Spear y Riccio, 1994; Urcelay y Miller, 2008). El término **memoria** suele utilizarse para referirse a la capacidad de responder con base en la información adquirida previamente. Se dice que recordamos lo que sucedió en nuestra niñez si hablamos acerca de nuestras experiencias infantiles y que recordamos el nombre de alguien si llamamos a esa persona por el nombre correcto. Por desgracia, esas pruebas de memoria no pueden realizarse con los animales no humanos. No podemos pedirle a una paloma que nos cuente lo que hizo la semana pasada; tenemos que usar las respuestas no verbales del animal como indicios sobre su memoria.

Si el gato sale de la casa y encuentra el camino de regreso, usted podría concluir que recordó dónde vive. Si el perro lo saluda con euforia inusual después de unas largas vacaciones, podría concluir que lo recuerda. Esos y otros ejemplos ilustran que la existencia de la memoria en los animales es identificada por el hecho de que *su conducta actual se basa en algún aspecto de sus experiencias anteriores*. Cada vez que la conducta de un animal es determinada por eventos pasados podemos concluir que está involucrado algún tipo de memoria.

Usted puede advertir que esta definición de la memoria es muy similar a la del aprendizaje que se planteó en el capítulo 1. Ahí se definió al aprendizaje como un cambio duradero en la respuesta a una situación particular como resultado de la experiencia previa con ese tipo de situación. Por consiguiente, la evidencia de aprendizaje también se identifica con base en los cambios de conducta que se deben a experiencias previas. De hecho, el aprendizaje no es posible sin la memoria.

¿Cómo se distinguen entonces las investigaciones sobre la memoria de los estudios sobre el aprendizaje? Las diferencias pueden aclararse si se consideran los componentes comunes a los experimentos de aprendizaje y de memoria (véase la tabla 11.1). Lo primero que sucede en ambos tipos de experimentos es que se expone a los participantes a ciertos tipos de estímulos o información. Esta fase se denomina de **adquisición**. La información que se adquiere se conserva luego por cierto tiempo, un periodo conocido como **intervalo de retención**. Al final de ese intervalo se prueba la memoria de los participantes sobre la experiencia inicial, lo cual

TABLA 11.1

Comparación de los experimentos de aprendizaje y de memoria

Fase	Estudios de aprendizaje	Estudios de memoria
Adquisición	Manipulada	Constante
Retención	Constante (larga)	Manipulada (corta y larga)
Recuperación	Constante	Manipulada

requiere la **recuperación** o reactivación de la información encontrada en la adquisición. Por consiguiente, tanto los estudios del aprendizaje como los estudios de la memoria involucran básicamente tres fases: adquisición, retención y recuperación.

Por ejemplo, considere la acción de montar en bicicleta. Para ser un ciclista diestro primero tiene que ser entrenado para mantener el equilibrio, pedalear y conducir la bicicleta (adquisición). Luego tiene que recordar esas experiencias de entrenamiento (retención), y cuando se suba de nuevo a una bicicleta tiene que reactivar el conocimiento de cómo se monta en bicicleta (recuperación).

En los estudios del aprendizaje, se enfatiza la fase de adquisición. Los experimentos de aprendizaje se ocupan del tipo de información que adquirimos y las maneras en que la adquirimos. Por ende, *los experimentos de aprendizaje implican manipulaciones de las condiciones de adquisición*. Por lo general en los experimentos de aprendizaje no se manipula el intervalo de retención, el cual suele ser bastante largo (un día o más), pues los cambios conductuales de corto plazo no se consideran ejemplos de aprendizaje. Por consiguiente si el énfasis se centra en las condiciones de adquisición, también se mantienen constantes las condiciones de recuperación. Se utilizan los mismos procedimientos para evaluar lo que aprendieron todos los participantes en un experimento determinado.

En contraposición, *los estudios sobre la memoria concentran la atención en las fases de retención y de recuperación*. La adquisición sólo resulta de interés en la medida que sea relevante para la retención y la recuperación. El intervalo de retención suele manipularse para determinar cómo cambia con el tiempo la disponibilidad de la información adquirida. A diferencia de los experimentos de aprendizaje, que sólo emplean intervalos de retención largos, los estudios de memoria pueden emplear intervalos de retención de cualquier duración. De hecho, muchos estudios de la memoria animal evalúan el desempeño con diversos intervalos de retención.

Los estudios de la memoria también se enfocan en las circunstancias de la recuperación. Suponga, por ejemplo, que en uno de sus cursos universitarios presenta un examen de vocabulario sobre un conjunto de términos técnicos. Es posible que deje muchos reactivos sin responder si la prueba consta de una serie de preguntas de completamiento para las cuales tiene que proporcionar el término técnico. En contraste, es probable que le vaya mejor si le proporcionan una lista de los términos técnicos y sólo tiene que relacionar cada término con su definición. Esas distintas formas de prueba implican diferentes condiciones de recuperación.

Los mecanismos de memoria han sido clasificados de distintas formas dependiendo de lo que se recuerda (los contenidos de la memoria), la duración de la memoria (el intervalo de retención) y los mecanismos involucrados en ella. Schacter y Tulving (1994) identificaron cinco tipos de aprendizaje y memoria en los seres humanos: memoria procedimental, memoria perceptual, memoria semántica, memoria primaria o de trabajo y memoria episódica o declarativa. No todas esas formas de memoria tienen una contraparte en la investigación con sujetos no humanos.

La mayoría de la investigación sobre el condicionamiento clásico y el condicionamiento instrumental que hemos descrito en los capítulos previos implican a la **memoria procedimental**. Este tipo de memoria refleja el conocimiento sobre las relaciones entre características del ambiente e interviene en el aprendizaje de las habilidades conductuales y cognoscitivas que se realizan de manera automática, sin el requisito del control consciente. Los estudios de cognición com-

parada también han examinado la **memoria episódica**, o memoria para eventos específicos. Tendremos más información de este tema en el capítulo 12. Otra distinción que ha sido importante en la cognición comparada es la diferencia entre la memoria de trabajo y la memoria de referencia.

Memoria de trabajo y memoria de referencia

Una de las primeras investigaciones experimentales sobre la memoria animal fue la realizada por el psicólogo estadounidense Walter S. Hunter (1913). Hunter sometió a ratas, perros y mapaches a una sencilla tarea de memoria. El aparato consistía en un área de salida desde la cual el animal podía entrar a cualquiera de tres cajas meta. En cada ensayo sólo una de las cajas metas contenía un poco de comida y al inicio del ensayo se encendía una luz encima de esa caja meta para señalarla.

Después que los animales aprendieron a elegir siempre la caja meta, cuya luz había sido encendida, Hunter hizo la tarea un poco más difícil. Ahora la luz que señalaba la caja meta con la comida sólo permanecía encendida por un tiempo breve. Después que la señal se apagaba, el animal era retenido en el área de salida por intervalos de diferente duración antes que se les permitiera elegir. Por consiguiente, para encontrar la comida, el animal tenía que recordar de alguna forma qué luz había sido encendida. Entre más tiempo se demorara a los animales, más probable era que cometieran un error. La máxima demora que las ratas podían manejar era de alrededor de 10 segundos, los mapaches se desempeñaban bien con una demora de hasta 25 segundos y el desempeño de los perros sólo se deterioró cuando el intervalo de demora superó los cinco minutos.

Las especies también diferían en lo que hacían durante el intervalo de demora. Se observó que las ratas y los perros mantenían una orientación postural hacia la caja meta correcta durante el intervalo de demora, cosa que no se observó en los mapaches, ya que éstos no mantenían una orientación postural durante el intervalo de demora, su conducta requería algún tipo de mecanismo interno de memoria.

Con el procedimiento de demora, los animales tenían que recordar qué caja meta se había iluminado al inicio de ese ensayo. Sin embargo, una vez que el ensayo había terminado esta información ya no era útil, pues en el siguiente ensayo la comida podía estar en cualquiera de las tres cajas metas. Por consecuencia, la memoria de qué caja meta había sido iluminada recientemente sólo era útil en ese ensayo. Este tipo de memoria se denomina **memoria de trabajo**.

La memoria de trabajo está en efecto cuando la información sólo tiene que retenerse el tiempo suficiente para terminar una tarea particular, después de lo cual es mejor descartar la información porque ya no se necesita o porque puede interferir con la finalización exitosa del siguiente ensayo (como en el experimento de Hunter). Un mecánico que hace el cambio de aceite y lubricación de un carro tiene que recordar los pasos del trabajo que ya realizó, pero sólo mientras está dando servicio a ese vehículo particular. Cuando usted prepara un guiso nuevo tiene que recordar los condimentos que ya utilizó antes de agregar otros, pero una vez que el guiso está terminado puede olvidar esa información. Todos los casos anteriores son ejemplos de la memoria de trabajo.

La memoria de trabajo suele ser de corta duración. En el experimento de Hunter la memoria duraba sólo 10 segundos en las ratas y 25 segundos en los

mapaches. No obstante, como veremos, en algunas situaciones la memoria de trabajo puede durar varias horas.

Los ejemplos de la memoria de trabajo ilustran la retención, por un tiempo limitado, de la información adquirida recientemente, aun cuando dicha información sólo es útil en el contexto de un conocimiento más duradero. Por ejemplo, en el experimento de Hunter, para obtener la comida no bastaba con recordar qué compartimento había sido iluminado al inicio de un ensayo. Esta información sólo era de utilidad en el contexto del conocimiento de que la luz señalaba el compartimento cebado con el alimento. La información sobre la relación entre la luz y la comida tenía que recordarse en todos los ensayos, lo cual se conoce como **memoria de referencia** (Honig, 1978).

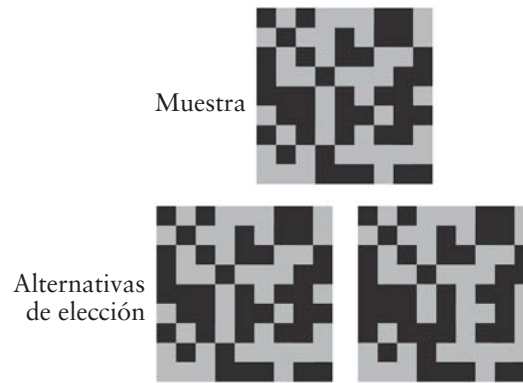
La memoria de referencia es *la retención a largo plazo de la información necesaria para el uso exitoso de la información entrante y de adquisición reciente*. La información acerca de lo que un mecánico hizo recientemente sólo es útil en el contexto del conocimiento general acerca de los vehículos y los procedimientos de lubricación. Saber qué condimentos ya fueron agregados a un guiso sólo es útil si se conoce lo básico acerca de cocinar y sazonar comida. Todos los usos exitosos de la memoria de trabajo requieren memorias de referencia apropiadas.

Desde la investigación de Hunter, se han desarrollado técnicas cada vez más complejas para el estudio de la memoria de trabajo, muchas de las cuales serán descritas aquí. El primer procedimiento, la igualación demorada a la muestra, es un procedimiento de laboratorio que se desarrolló sin mucha consideración de las predisposiciones conductuales de los animales y que puede adaptarse al estudio de cómo recuerdan los animales eventos diferentes. Las otras técnicas que fueron desarrolladas para probar la memoria espacial o la memoria de ubicaciones particulares sacan provecho de las especializaciones conductuales específicas de la especie.

Igualación demorada a la muestra

El **procedimiento de igualación demorada a la muestra** es quizá la técnica más versátil de que se dispone para el estudio de la memoria de trabajo. Representa una mejora considerable del procedimiento original de Hunter, ya que en éste se expone al participante a una señal que identifica la respuesta correcta en un ensayo particular. Luego se retira ese estímulo antes que se permita al animal realizar la conducta designada. La figura 11.1 muestra los estímulos que se utilizaron en un estudio de memoria en individuos con un primer episodio de esquizofrenia (Lencz *et al.*, 2003). Los estímulos consistían en patrones complejos de voxels oscuros y claros. El estímulo de prueba se presentaba durante 500 milisegundos, seguido por las alternativas de elección. La respuesta correcta consistía en responder ante el estímulo de elección que era igual a la muestra. La alternativa correcta podía aparecer a la izquierda o a la derecha, por lo que no era posible usar la ubicación de una alternativa como base para hacer la elección correcta.

Durante la primera fase del entrenamiento, los estímulos de prueba aparecían inmediatamente después de la muestra y se mantenían disponibles hasta que el sujeto elegía. Una vez que los sujetos aprendieron a elegir la alternativa correcta, en más de 80% de las ocasiones, se introducía una demora de cuatro a ocho segundos entre la muestra y los estímulos de elección, como en una prueba de memoria. Para fines de comparación, el experimento también se llevó a cabo con una

**FIGURA 11.1**

Ejemplo de los estímulos usados en un procedimiento de igualación a la muestra con sujetos humanos. Primero se presenta el estímulo de muestra, el cual es seguido por las alternativas de elección. Se refuerza la respuesta a la alternativa de elección que es igual a la muestra. Las demoras introducidas entre la exposición a la muestra y la presentación de las alternativas de elección proporcionan una prueba de memoria. (Lencz *et al.*, 2003.)

muestra no clínica de individuos. El desempeño de ambos grupos fue igualmente bueno cuando la tarea de igualación no involucraba una demora, aun cuando los participantes con esquizofrenia mostraron un desempeño deficiente en el momento que los ensayos incluían una demora de cuatro u ocho segundos entre el estímulo de muestra y las alternativas de elección. El hecho sólo de encontrar una diferencia en el desempeño de ambos grupos en la condición de demora indica que la esquizofrenia incluye un déficit en la memoria de trabajo. (Para conocer otros estudios de igualación demorada a la muestra con participantes humanos, consulte los trabajos de Koller *et al.*, 2003; Mehta, Goodyer y Sahakian, 2004.)

En un inicio, el procedimiento de igualación demorada a la muestra se desarrolló para usarse con palomas (Blough, 1959; Wright y Delius, 1994). A partir de ahí, las especies utilizadas en los estudios de igualación a la muestra han incluido a ratas, monos, chimpancés, delfines, leones de mar, focas y peces de colores (D'Amato, 1973; D'Amato y Colombo, 1985; Forestell y Herman, 1988; Iversen, 1993; Kastak y Schusterman, 1994; Matsuno, Kawai y Matsuzawa, 2004; Mauk y Dehnhardt, 2005; Steinert, Fallon y Wallace, 1976). Además, el procedimiento ha sido adaptado para investigar la manera en que los animales recuerdan diversos estímulos, como las formas visuales, la cantidad de respuestas realizadas, la presencia o ausencia de la recompensa, la ubicación espacial de los estímulos, el orden de dos eventos presentados en sucesión o la respuesta particular que el sujeto realizó recientemente (D'Amato, 1973; Maki, Moe y Bierley, 1977; MacDonald, 1993; Mercado *et al.*, 1998; Wilkie y Summers, 1982).

La igualación a la muestra también es útil para abordar preguntas que van más allá de los mecanismos de memoria. Izumi y Kojima (2004) se preguntaban si los chimpancés pueden identificar una vocalización a partir de las características visuales de un congénere que emite ese sonido. Los seres humanos son capaces de leer los labios o de asociar una vocalización con los movimientos del rostro y los labios del hablante. Para ver si también los chimpancés pueden hacerlo, se presentó una vocalización distintiva como estímulo muestra y se emplearon como estímulos de elección dos fragmentos de video de chimpancés

haciendo vocalizaciones. La respuesta correcta consistía en elegir el fragmento de video que mostraba a un chimpancé haciendo el sonido que era la muestra en ese ensayo. Con esta metodología, Izumi y Kojima pudieron concluir que, al igual que la gente, los chimpancés pueden leer los labios.

Determinantes procedimentales de la igualación demorada a la muestra

Varios aspectos del procedimiento de igualación a la muestra resultan fundamentales para determinar la precisión del desempeño. Uno de ellos es la naturaleza del estímulo que se utiliza como muestra. Algunos tipos de estímulo son más eficaces que otros (Wilkie y Summers, 1982). Otros factores importantes son la duración de la exposición al estímulo de muestra al inicio del ensayo y el intervalo de demora después de presentar la muestra. Por ejemplo, en un estudio clásico, Grant (1976) probó a palomas en una caja de Skinner que contenía tres teclas en hilera sobre una pared por arriba del comedero (como la caja que aparece en la figura 1.7). Los estímulos eran colores (rojo, verde, azul y amarillo) que podían proyectarse sobre las teclas. Al inicio de cada ensayo, la tecla central era iluminada con una luz blanca para señalar el inicio del ensayo. La paloma debía picotear la señal de inicio para asegurarse que estaba frente a las teclas de respuesta. Después que el animal picoteaba la tecla de inicio, el color que en ese ensayo era la muestra se presentaba sobre la tecla central durante uno, cuatro, ocho o 14 segundos. Esto era seguido por intervalos de demora de cero, 20, 40 o 60 segundos, después de lo cual se iluminaban las dos teclas laterales, una con el color que igualaba la muestra y la otra con un color alternativo. Después de que el ave hacía su elección, todas las teclas se apagaban por un intervalo entre ensayos de dos minutos.

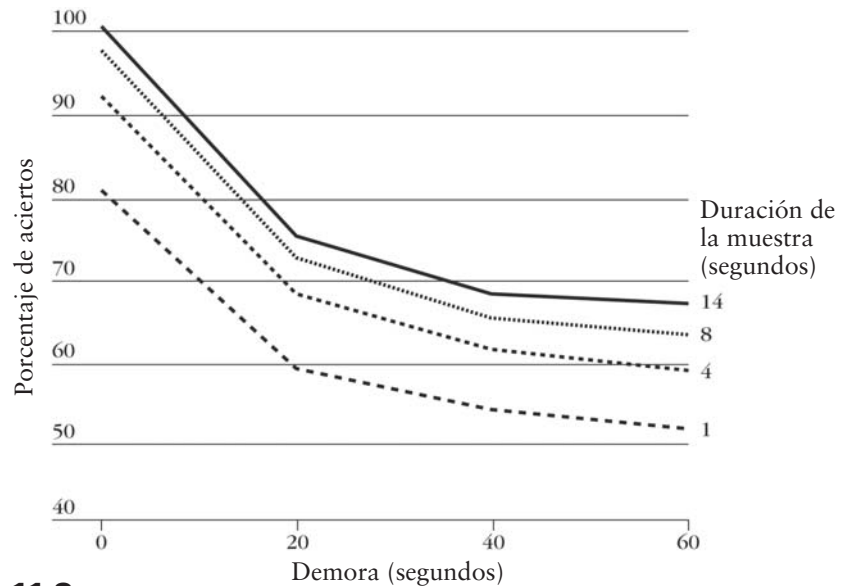
Los resultados del experimento se presentan en la figura 11.2. Si las palomas hubieran picoteado al azar las teclas de elección, habrían acertado la mitad de las veces. Un desempeño superior al azar indica el uso de la memoria de trabajo. Para cada duración de la muestra, la precisión de la igualación disminuía a medida que se introducían demoras más largas entre la exposición a la muestra y la oportunidad de emitir la respuesta de elección. De hecho, si la muestra sólo se presentaba por un segundo y la oportunidad de elegir se demoraba 40 segundos o más, las palomas respondían a nivel del azar. El desempeño mejoraba si las aves eran expuestas a la muestra por periodos más largos. Cuando la muestra era presentada durante cuatro, ocho o 14 segundos, las aves se desempeñaban por arriba de los niveles del azar, incluso con el intervalo de demora más largo (60 segundos). Por ende, la precisión en el procedimiento de igualación demorada a la muestra disminuía como función del intervalo de demora y aumentaba como función de la duración de la exposición al estímulo de muestra.

Los resultados mostrados en la figura 11.2 pueden ser explicados por la **hipótesis de decaimiento de la huella**, la más antigua y más sencilla explicación de la memoria (y de la pérdida de la memoria) (Roberts y Grant, 1976). Esta hipótesis supone que la presentación de un estímulo produce cambios en el sistema nervioso que se desvanecen o se deterioran gradualmente después que el estímulo termina. Se supone que la fuerza inicial de la huella del estímulo refleja la energía física del mismo. Por consiguiente, se considera que los estímulos de mayor duración o intensidad producen huellas más fuertes. Por lo que, sin importar cuál sea la fuerza inicial de la huella, se asume que ésta se deteriora a la misma tasa después que el estímulo termina.



Cortesía de D. S. Grant

D. S. Grant

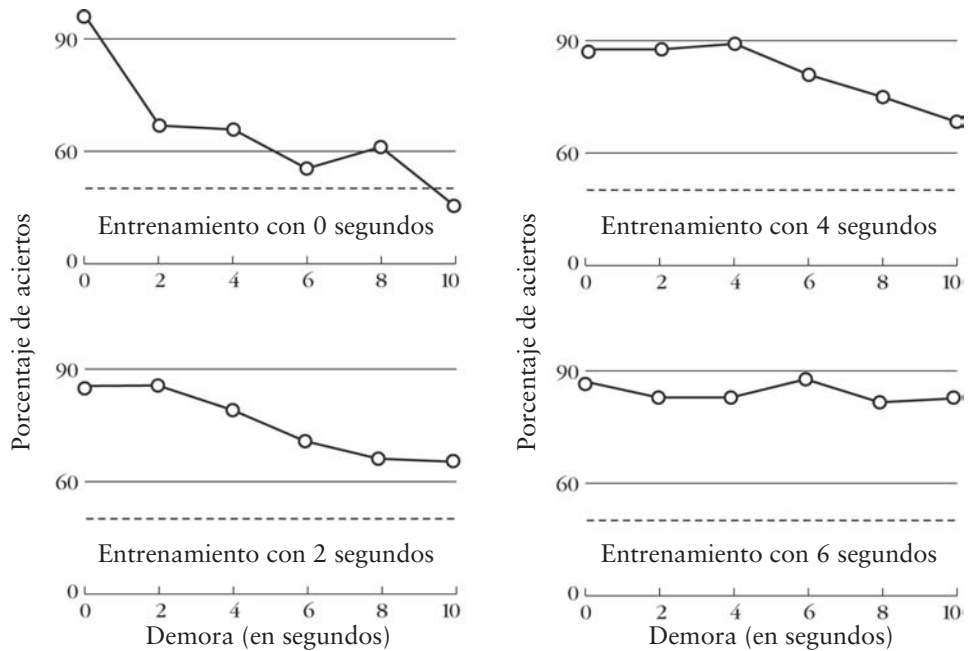
**FIGURA 11.2**

Porcentaje de respuestas correctas en una tarea de igualación demorada a la muestra como función de la duración del estímulo de muestra (1-14 segundos) y de la demora entre el estímulo de muestra y los estímulos de elección (0-60 segundos). (Tomado de "Effect of Sample Presentation Time on Long Delay Matching in the Pigeon" de D. S. Grant, 1976, *Learning and Motivation*, 7, pp. 580-590. Derechos reservados © 1976 por la Academic Press. Reproducido con autorización.)

Según la hipótesis de decaimiento de la huella, el grado en que la memoria de un evento controla la conducta depende de la fuerza de la huella del estímulo en ese momento. Entre más fuerte sea la huella, más fuerte es el efecto del estímulo pasado sobre la conducta del organismo. El modelo del decaimiento de la huella predice resultados exactamente iguales a los presentados en la figura 11.2. El incremento del intervalo de demora en el procedimiento de igualación a la muestra reduce la precisión del desempeño, supuestamente a partir de que la huella del estímulo de muestra es más débil después de demoras más largas. En contraste, el incremento en la duración de la exposición a la muestra mejora el desempeño, presumiblemente debido a que las exposiciones más largas al estímulo forman huellas más fuertes.

La hipótesis del decaimiento de la huella supone que funciones de olvido como las presentadas en la figura 11.2 reflejan de manera bastante directa la fuerza de la memoria para el estímulo de muestra en diferentes intervalos de demora. Desafortunadamente, ninguna prueba conductual permite una lectura *directa* de la fuerza de la memoria. El desempeño en pruebas de memoria también depende en gran medida de las condiciones de entrenamiento, lo cual fue demostrado en un interesante experimento conducido por Sargisson y White (2001) que se describirá a continuación.

Los investigadores que emplean la tarea de igualación demorada a la muestra, por lo general empiezan el entrenamiento sin una demora entre la muestra y los estímulos de elección en cada ensayo. Eso es lo que se hizo en el experimento cuyos resultados se muestran en la figura 11.2. Presentar las alternativas de elección sin una demora hace que la tarea resulte un poco más sencilla, a la vez que facilita el aprendizaje. Después que los participantes dominaron la tarea

**FIGURA 11.3**

Precisión del desempeño de igualación a la muestra como función de la demora entre la muestra y los estímulos de elección para grupos independientes de palomas que fueron entrenadas antes con demoras de 0, 2, 4 o 6 segundos. (Tomado de "Forgetting Functions" de R. J. Sargisson y K. G. White, 2001.) *Animal Learning & Behavior*, 29, pp. 193-207. Derechos reservados 2001 por Psychonomic Society, Inc. Reproducido con autorización.

sin demora, se llevan a cabo ensayos de memoria en que se introducen diversas demoras entre la muestra y las alternativas de elección. Sargisson y White se alejaron de este método estándar mediante la introducción de diferentes intervalos de demora desde el comienzo, para ver si era posible entrenar una mejor memoria utilizando intervalos de demora más largos desde el inicio del entrenamiento.

Para un grupo de palomas la demora entre la muestra y los estímulos de elección siempre fue de dos segundos durante el entrenamiento. Para otros grupos esta demora fue de cuatro o de seis segundos. Para fines de comparación se entrenó a un grupo control con el procedimiento usual consistente en presentar las alternativas de elección inmediatamente después de la muestra. El entrenamiento continuó hasta que cada grupo mostraba un desempeño correcto en al menos 80% de los ensayos. Todas las aves fueron probadas posteriormente con demoras que iban de cero a 10 segundos para establecer sus funciones de olvido. Los resultados de esas pruebas se presentan en la figura 11.3

El grupo control que había sido entrenado con una demora de cero segundos entre la muestra y la elección mostró la función estándar de olvido. Su tasa de errores se incrementaba a medida que la demora entre la muestra y los estímulos de elección aumentaba de cero a 10 segundos. En contraste, no se observó ese deterioro en las palomas que habían sido entrenadas con una demora de seis segundos entre la muestra y los estímulos de elección. El desempeño de esas aves fue igualmente bueno con todas las demoras de prueba. Los resultados de los otros grupos se ubicaron entre esos dos extremos. Lo que es más importante,

Cortesía de M. Spetch

**M. Spetch**

en todos los grupos el mejor desempeño ocurrió cuando la demora usada en la prueba era igual a la demora con la que fueron entrenados. Esos resultados muestran con claridad que las funciones de olvido no son un reflejo directo del decaimiento o desvanecimiento de la memoria del estímulo de muestra como función del tiempo. Más bien, el desempeño en la prueba depende de la semejanza entre las condiciones de prueba y las condiciones de entrenamiento (Spetch, 1987). El hallazgo común de que la memoria empeora con el paso del tiempo puede ser un simple reflejo del hecho de que los participantes no han tenido práctica con intervalos de demora más largos.

El intervalo de demora utilizado en el entrenamiento es sólo una variable del entrenamiento que influye en el desempeño en la igualación demorada a la muestra. La igualación es básicamente una conducta instrumental de elección motivada por el reforzador proporcionado al final del ensayo. Por consiguiente, no debería sorprendernos el hecho de que varios factores que influyen en la conducta de elección (como la tasa relativa de reforzamiento para las distintas alternativas) también sean pertinentes en el análisis del desempeño en la igualación a la muestra (Brown y White, 2005; Jones, 2003; Zentall, Singer y Miller, 2008).

Estrategias de respuesta en la igualación a la muestra

El procedimiento de igualación a la muestra se asemeja a un problema de discriminación en cuanto que el participante tiene que responder ante el estímulo correcto y abstenerse de hacerlo ante el incorrecto para ser reforzado. Como se describió en el capítulo 8 al examinar lo que se aprende en el entrenamiento discriminativo, hay distintas formas de resolver esa tarea con dos alternativas. El participante puede hacer la elección correcta si concentra la atención en el estímulo correcto, si inhibe la conducta ante el estímulo incorrecto o si utilizan esas dos estrategias de respuesta. En el aprendizaje discriminativo (que establece una memoria de referencia) los participantes parecen utilizar la estrategia de respuesta combinada. En contraste, quienes participan en la igualación a la muestra parecen enfocarse, sobre todo, en la elección correcta.

Un experimento interesante que apoya esta conclusión utilizó un aparato con tres teclas para palomas que se construyó especialmente de modo que el estímulo proyectado sobre una de las teclas sólo fuera visible si la paloma permanecía de pie directamente frente a esa tecla (Wright y Sands, 1981). El aparato permitió a los experimentadores determinar cuál era la tecla que miraba la paloma antes de hacer su elección. Los resultados demostraron que las aves concentraban su atención en la alternativa correcta. Si veían el estímulo de igualación lo picoteaban sin molestarse en revisar qué estímulo se presentaba en la otra tecla (Roitblat, Penner y Nachtigall, 1990; Wright, 1990, 1992; Zentall, Edwards, Moore y Hogan, 1981).

Aprendizaje de reglas generales o específicas

La evidencia revisada indica que en los problemas de igualación a la muestra los animales concentran su atención en la elección correcta. ¿Qué los lleva a identificar un estímulo como el correcto? Una posibilidad es que aprendan una regla general del tipo *igual a*, esa regla podría ser “elige el estímulo que sea igual a la muestra”. Otra posibilidad es que aprendan una serie de reglas o relaciones estímulo-respuesta específicas. En el experimento de Grant (1976) sólo había

Cortesía de Donald A. Dewsbury

**A. A. Wright**

cuatro estímulos de muestra posibles. Por consiguiente, las palomas pueden haber aprendido una serie de relaciones estímulo-respuesta específicas: “elige rojo después de la exposición a rojo”, “elige verde después de la exposición a verde” y así sucesivamente. La mayoría de los procedimientos de igualación a la muestra pueden ser resueltos aprendiendo una regla general *igual a* o una serie de relaciones estímulo-respuesta específicas.

Las dos estrategias alternativas pueden evaluarse probando la transferencia del desempeño de igualación a nuevos estímulos. Después del entrenamiento con un grupo de estímulos se presenta otro problema de igualación con nuevos estímulos de muestra y elección. El aprendizaje de relaciones estímulo-respuesta específicas no debería facilitar el desempeño con nuevos estímulos, pues en la primera ocasión que se presenta el nuevo estímulo de muestra los sujetos todavía no habrían aprendido la asociación estímulo-respuesta específica que se requiere. En contraste, el aprendizaje de la regla general predice una considerable transferencia positiva, ya que la regla *igual a* puede emplearse para resolver cualquier problema de igualación a la muestra. Por consecuencia, en las pruebas de transferencia de un problema de igualación a la muestra a otro, el aprendizaje de una regla general debería producir un mejor desempeño que el aprendizaje de una regla específica.

En un estudio con crías de chimpancé, Oden, Thompson y Premack (1988) los entrenaron primero con una tarea de igualación a la muestra con un único par de estímulos, una taza graduada de acero inoxidable y un cerrojo de latón. Al inicio de cada ensayo se presentaba uno de los objetos seguido por la elección entre ambos objetos. Si el chimpancé elegía el objeto que igualaba la muestra era reforzado con elogios efusivos, abrazos o con alguna golosina, según su preferencia. Después que los animales aprendían la tarea con los dos estímulos de entrenamiento, se les probaba con otros objetos. Notablemente, con la mayoría de los objetos de prueba la transferencia del desempeño era superior al 80% de aciertos. Por lo que, al parecer los chimpancés habían aprendido una regla general *igual a* con sólo dos estímulos de entrenamiento.

La probabilidad de mostrar igualación generalizada es mayor entre los chimpancés que entre las palomas y otras especies, aun cuando la evidencia dominante sugiere que en diversas especies es probable que ocurra tanto el aprendizaje de la regla general como el aprendizaje específico estímulo-respuesta como resultado del entrenamiento de igualación a la muestra. El tipo de aprendizaje que predomina parece estar relacionado con el tamaño del grupo de estímulos usados en el procedimiento de igualación a la muestra. Es probable que un estudio como el de Grant (1976), en que se usaron como muestras sólo cuatro colores distintos, favorezca el aprendizaje de relaciones estímulo-respuesta específicas. En contraste, los procedimientos que emplean algunos centenares de muestras pueden favorecer el aprendizaje de una regla general (Bodily, Katz y Wright, 2008; Wright, Shyan y Jitsumori, 1990).

La mayor variación en las muestras posibles ocurre en lo que se conoce como un **procedimiento de ensayo único**. En dicho procedimiento, en cada ensayo se utiliza un estímulo diferente como muestra y es emparejado con otro estímulo durante la fase de elección, por lo que un determinado estímulo de muestra no se presenta en más de un ensayo; en este tipo de procedimiento sólo es posible un desempeño perfecto si el participante aprende a responder con base en una regla

general del tipo *igual a*. (Para conocer otros enfoques del aprendizaje del concepto *igual a*, consulte los trabajos de Brooks y Wasserman, 2008; Cook y Wasserman, 2007; y de Katz y Wright, 2006.)

Memoria espacial en laberintos

El procedimiento de igualación a la muestra puede adaptarse para investigar la forma en que los animales y las personas recuerdan diversos estímulos. Aunque la técnica que describiremos a continuación tiene una aplicabilidad más limitada, enfoca la atención en un tipo de memoria muy importante: la memoria de lugares. Una de las mayores frustraciones de encontrarse en un nuevo lugar es no saber dónde están las cosas. Nos movemos con soltura en nuestra ciudad pues hemos aprendido cómo están trazadas las calles. Además, cuando vamos de un lugar a otro podemos recordar dónde hemos estado y qué calles tenemos que tomar para llegar a nuestro destino.

El laberinto de agua de Morris

Un procedimiento común que se ha vuelto popular en la investigación neurocientífica de la memoria espacial es el laberinto de agua de Morris, que lleva el nombre de su inventor (Morris, 1981; Vorhees y Williams, 2006). El laberinto de agua, que por lo regular se emplea con ratas o ratones de laboratorio, consiste en un tanque circular con un diámetro aproximado de uno a dos metros (más pequeño para los ratones), que se llena de agua hasta una altura suficiente para obligar a los sujetos a nadar. En algún punto del tanque, justo por debajo de la superficie del agua, se sumerge una plataforma. Ni a las ratas ni a los ratones les gusta nadar, de modo que están motivados para encontrar la plataforma. El agua se tiñe (agregando leche o una pintura no tóxica), de modo que la plataforma no pueda ser vista por los sujetos que nadan alrededor, esto los obliga a usar señales espaciales.

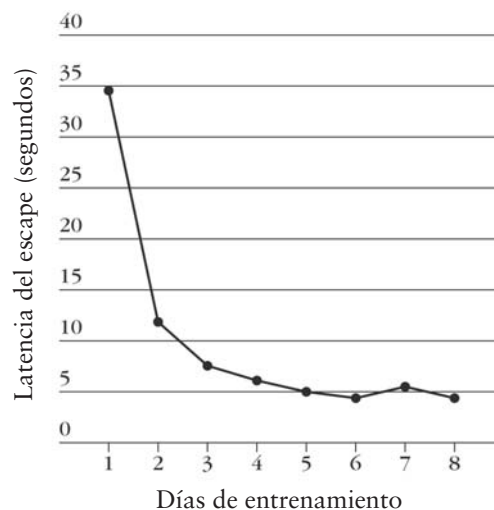


FIGURA 11.4

Tiempo requerido para encontrar una plataforma sumergida en el laberinto de agua de Morris como función de los días de entrenamiento. Los sujetos recibían diariamente cuatro ensayos. (Blokland, Geraerts y Been, 2004.)

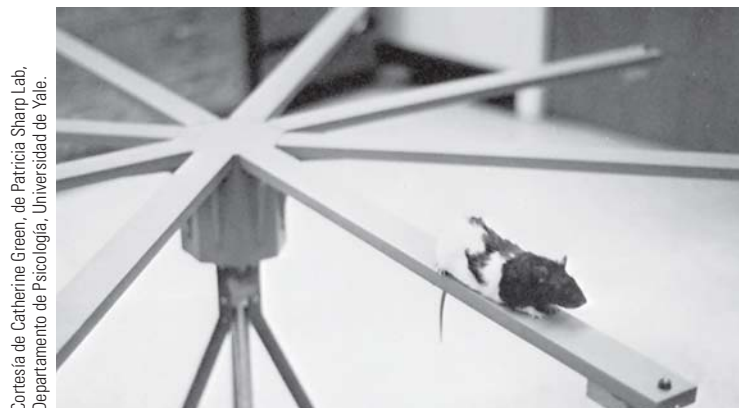
La primera vez que se coloca a los sujetos en los tanques de agua, nadan hasta encontrar la plataforma donde se les permite permanecer entre 15 y 20 segundos de modo que puedan aprender la ubicación de la plataforma en relación con las diversas señales espaciales del cuarto. En los ensayos posteriores, los sujetos deben encontrar la plataforma basándose sólo en esas señales espaciales, ya que la plataforma no es visible por arriba de la superficie del agua. Los ensayos de entrenamiento empiezan cuando se mete al sujeto al agua cerca del borde del tanque. La posición de inicio varía al azar entre los ensayos de modo que el sujeto no pueda encontrar la plataforma nadando siempre en la misma dirección (por ejemplo, a la izquierda del punto de salida). Si el sujeto no encuentra la plataforma en 60 segundos, se le lleva suavemente al final del ensayo.

La figura 11.4 muestra los resultados de un estudio realizado con ratas de laboratorio. Los sujetos recibieron cuatro ensayos diarios. El aprendizaje progresó con mucha rapidez. A medida que aprendían la tarea, les llevaba menos tiempo encontrar la plataforma y tomaban rutas más directas a la misma. El mayor progreso en el desempeño ocurrió entre el primer y el segundo día de entrenamiento (Blokland, Geraerts y Been, 2004).

El laberinto radial

El laberinto de agua de Morris ha resultado una técnica útil para el estudio de las bases neurales de la memoria espacial, pero no es una tarea que las ratas o ratones suelen encontrar en su medio natural. Una rata o ratón que de repente se encuentre en el agua aprenderá muy pronto a evitar una nueva caída en el agua. Por consiguiente, no es probable que tenga que recordar la información acerca de la ubicación de una plataforma sumergida. Una técnica de laboratorio con mayor validez ecológica para el estudio de la memoria espacial es el laberinto radial, el cual saca provecho de las estrategias evolucionadas para encontrar comida en el ambiente de un animal. (Hodges, 1996, para conocer una comparación de las técnicas de los laberintos de agua y los laberintos radiales.)

En muchos experimentos, una vez que el alimento ha sido consumido en una ubicación, no vuelve a encontrarse ahí por cierto tiempo hasta que se reabastezca. Por consiguiente, los animales tienen que recordar cuál fue el último



Cortesía de Catherine Green, de Patricia Sharp Lab, Departamento de Psicología, Universidad de Yale.

FIGURA 11.5

Rata buscando comida en un laberinto radial elevado.

lugar donde obtuvieron comida y evitarlo hasta que se reponga la comida en ese sitio. El amakihi (*Loxops virens*), un pájaro mielero hawaiano, se alimenta del néctar de las flores del mamane (Kamil, 1978). Después de alimentarse en un racimo de flores, esos pájaros tienen que evitar el regreso a las mismas flores más o menos durante una hora. Al postergar su regreso a los racimos que visitaron recientemente, las aves incrementan la posibilidad de encontrar néctar en las flores visitadas. Al parecer recuerdan la ubicación espacial de los racimos de flores visitados recientemente (Healy y Hurly, 1995).

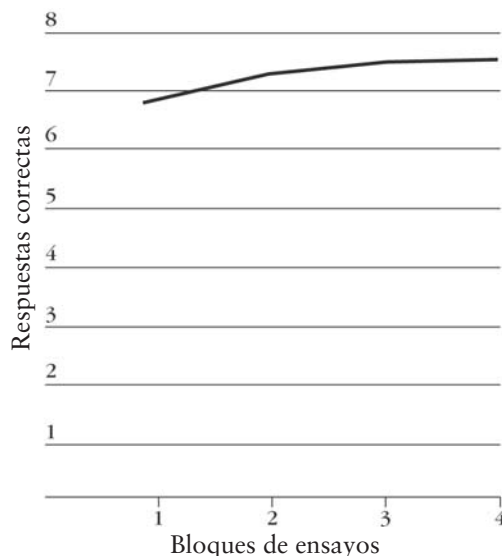
El laberinto radial se desarrolló para probar la memoria de los lugares en donde un animal obtuvo recientemente comida y agotó la fuente de alimento. Aunque en principio el procedimiento fue diseñado para usarse con ratas de laboratorio (véase figura 11.5), se desarrollaron procedimientos análogos para usarse en otras especies, incluyendo palomas (Roberts y Van Veldhuizen, 1985) y estudiantes universitarios (Kesner y DeSpain, 1988). Existe incluso un reporte del desempeño de tortugas (*Geochelone carbonaria*) en el laberinto radial. La tortuga se desplazó por el laberinto de manera más bien lenta, pero mostró evidencia de aprendizaje espacial (Wilkinson, Chan y Hall, 2007).

El laberinto radial por lo general tiene ocho brazos que se extienden desde un área central de elección con un comedero al final de cada brazo (Olton y Samuelson, 1976). Antes de iniciar cada ensayo, se coloca una bolita de comida en cada comedero. Luego se deposita a la rata en el centro del laberinto y se le permite ir de un brazo a otro y recoger toda la comida. Una vez que se consumió la bolita de comida en un brazo del laberinto, éste permanece vacío por el resto del ensayo. Dada esta contingencia, la forma más eficaz en que una rata puede obtener todas las pellas es entrar sólo en los brazos del laberinto que todavía no ha visitado. Cosa que, en efecto, es lo que hacen estos animales.

En la figura 11.6 se resumen los resultados de un experimento realizado por Olton (el creador de esta técnica). Se considera que la elección correcta es



Cortesía de Donald A. Dewsbury

D. S. Olton**FIGURA 11.6**

Número promedio de respuestas correctas realizadas por las ratas en las primeras ocho elecciones durante bloques de los primeros cinco ensayos en el laberinto radial de ocho brazos. (D. S. Olton, 1978.)

entrar en un brazo que no se había visitado antes. La figura 11.6 muestra la cantidad de elecciones correctas hechas por las ratas durante las primeras ocho elecciones de pruebas sucesivas. Durante las primeras cinco pruebas realizadas después de familiarizarse con el laberinto, las ratas hicieron un promedio de casi siete elecciones correctas en cada prueba. Al continuar la práctica, el número promedio de elecciones correctas fue sistemáticamente superior a siete, lo que indica que los animales rara vez entraban a un brazo que habían elegido antes en ese ensayo (Olton y Samuelson, 1976).

Las ratas no necesitan mucho entrenamiento para mostrar un desempeño eficiente en el laberinto radial. La tarea de dicho laberinto aprovecha las tácticas de forrajeo que los roedores han adquirido a lo largo de su historia evolutiva. Las ratas viven en madrigueras y sus salidas para encontrar comida son seguidas por el regreso a la madriguera. Mientras buscan comida siguen senderos preexistentes y van de un lado a otro sin regresar a los lugares que visitaron recientemente. De hecho, su tendencia a evitar los lugares visitados hace poco es tan fuerte que no regresan a los brazos visitados últimamente sin importar si los brazos del laberinto fueron cebados con comida o no al inicio del ensayo (FitzGerald *et al.*, 1985; Timberlake y White, 1990). Esos resultados sugieren que el desempeño en el laberinto radial tiene profundas raíces evolutivas. (Los trabajos de Brown, Farley y Lorek, 2007; Hoffman, Timberlake, Leffel y Gont, 1999; Timberlake, Leffel y Hoffman, 1999, presentan otros experimentos sobre las bases ecológicas del desempeño en los laberintos radiales.)

Existen varios mecanismos mediante los cuales las ratas podrían elegir entrar en los brazos del laberinto que no visitaron antes sin necesidad de recordar los brazos ya visitados. Podrían marcar cada brazo que visitan con una gota de orina y evitar luego los brazos del laberinto con esta señal olfativa. Otra alternativa sería que seleccionaran los brazos en una secuencia fija, por ejemplo, que siempre entraran en los brazos sucesivos en el sentido de las manecillas del reloj, pero al parecer no utilizan ninguna de esas tácticas. Varios procedimientos han descartado convincentemente el uso de señales olfativas y de secuencias de respuesta en la elección de los brazos del laberinto (Olton y Samuelson, 1976; Zoladek y Roberts, 1978).

Al parecer, las ratas utilizan características distintivas del ambiente (como una ventana, una puerta, la esquina del cuarto o un afiche en la pared) como puntos de referencia y localizan los brazos del laberinto en relación a ellos. El movimiento de los puntos de referencia en relación al laberinto ocasiona que las ratas traten a los brazos del mismo como si estuvieran en nuevas ubicaciones (Suzuki, Augerinos y Black, 1980). De este modo, en circunstancias comunes la ubicación espacial se identifica en relación a las señales distales de la habitación, no con respecto a los estímulos locales dentro del laberinto. (En el laberinto de agua de Morris están involucradas señales espaciales similares para guiar el desempeño exitoso.)

Como el desempeño en el laberinto radial por lo general depende del recuerdo de los lugares visitados recientemente, éste se ha convertido en una técnica popular para el estudio de los procesos de memoria, tanto a nivel conductual como fisiológico. La capacidad de memoria revelada por la técnica es impresionante. Los investigadores han explorado los límites de la memoria de trabajo añadiendo más brazos al final de un laberinto radial. Esas y otras pruebas de la memoria espacial han indicado que las ratas pueden recordar entre 16 y 24 ubicaciones espaciales en una tarea de la memoria de trabajo de agotamiento

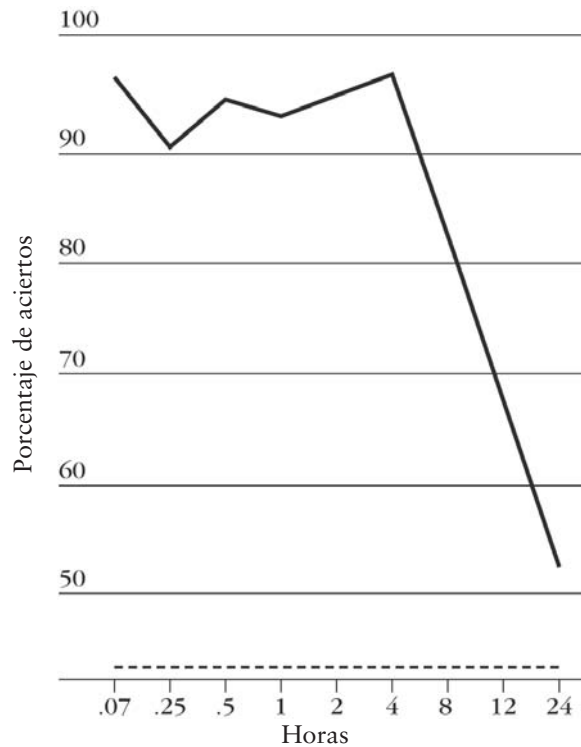


FIGURA 11.7

Porcentaje de respuestas correctas en las elecciones 5-8 en un laberinto radial de ocho brazos. Entre las elecciones 4 y 5 los animales fueron retenidos en sus jaulas hogar por intervalos de 0.07 a 24 horas. La línea punteada indica el desempeño a nivel del azar (41%). (Tomado de "Spatial Memory in Rats: Time course of working memory and effects of anesthetics", de W. W. Beatty y D. A. Shavalia, 1980. *Behavioral and Neural Biology*, 28, pp. 454-462.)

de la comida (Cole y Chappell-Stephenson, 2003). Esto es mucho más que la afirmación clásica de que la memoria de trabajo de los seres humanos tiene una capacidad para siete más menos dos elementos (Miller, 1956).

La duración de la memoria de trabajo espacial también es notable. Para determinar por cuánto tiempo podían recordar las ratas dónde habían estado, Beatty y Shavalia (1980) les permitieron hacer cuatro elecciones en el laberinto radial de la manera usual. Los sujetos fueron retenidos luego en sus jaulas hogar por diversos periodos de hasta 24 horas. Después del intervalo de demora se les regresó al laberinto y se les permitió hacer las cuatro elecciones restantes (las elecciones cinco a ocho). Como de costumbre, la entrada a un corredor que no había sido visitado antes se consideraba una elección correcta.

La figura 11.7 muestra el porcentaje de elecciones correctas como función del intervalo de demora entre las primeras cuatro y las últimas cuatro elecciones. Las demoras de hasta cuatro horas después de las primeras cuatro elecciones no afectaron el desempeño. Periodos más largos de confinamiento en la jaula hogar produjeron progresivamente más errores. Esos datos muestran que si bien la memoria espacial no es permanente, puede durar por varias horas (Maki *et al.*, 1984; Strijkstra y Bolhuis, 1987).

RECUADRO 11.1

El aprendizaje como plasticidad sináptica: potenciación a largo plazo (PLP) y depresión a largo plazo (DLP)

Se estima que el cerebro humano contiene más de cien mil millones de neuronas, cada una de las cuales puede conectarse con otros miles de neuronas por medio de una sinapsis química, formando una compleja red neuronal. Si suponemos que cada una de esas conexiones pueden almacenar una sola pieza de información, ¡el cerebro humano puede almacenar el equivalente a 100 000 gigas de una computadora!

¿Cómo puede la experiencia producir un cambio dentro de esta red? Algunos suponen que la experiencia modifica la fuerza de las conexiones sinápticas. De ser eso cierto, ¿cuándo se modifican las conexiones y cuáles son los mecanismos moleculares que intervienen en esta plasticidad sináptica?

Hace más de medio siglo, Donald Hebb (1949) sugirió una respuesta a la primera pregunta. Sostenía que las conexiones neuronales se fortalecen cuando dos células se activan al mismo tiempo, una idea que en ocasiones se resume con el mnemónico “células que disparan juntas se conectan”. Los teóricos modernos han ampliado esta idea para estudiar los decrementos en la fuerza sináptica con el argumento de que los decrementos ocurren cuando la actividad celular no se correlaciona.

En un experimento clásico, Bliss y Lomo (1973) proporcionaron evidencia neural a favor de la hipótesis de Hebb. Examinaron la manera en la cual la actividad neuronal dentro del hipocampo modifica la fuerza de las conexiones sinápticas. Para inducir la actividad neuronal, hicieron descender un electrodo al haz de neuronas conocido como vía perforante y aplicaron una corriente eléctrica (figura 11.8). Las células que forman la vía perforante hacen sinapsis sobre las neuronas conocidas como fibras musgosas. Bliss y Lomo

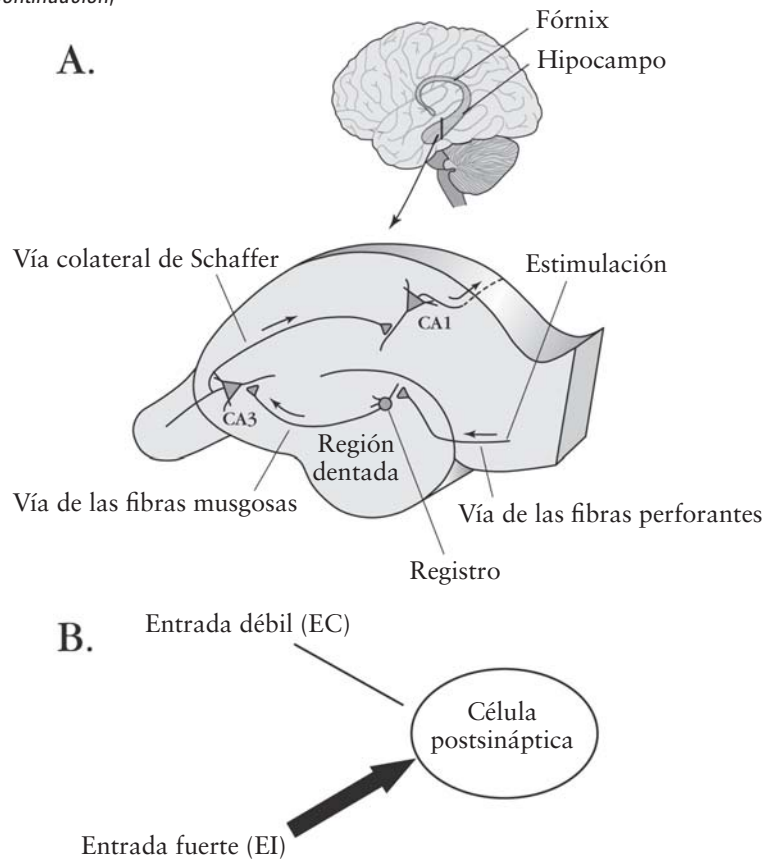
obtuvieron una medida de la fuerza sináptica registrando la actividad neuronal por medio de los electrodos colocados cerca de los cuerpos celulares de las fibras musgosas. Como era de esperar, la aplicación de un estímulo eléctrico moderado a la vía perforante provocaba actividad neuronal moderada en las fibras musgosas y esta respuesta cambiaba poco con el paso del tiempo. Pero si se proporcionaba una entrada fuerte, un estímulo que causara una respuesta muy intensa en las fibras musgosas, las entradas posteriores producían una respuesta mucho mayor. Este fenómeno se conoce como **potenciación a largo plazo (PLP)**. Al parecer, una entrada fuerte puede fortalecer de manera eficaz las conexiones sinápticas. También se descubrió el fenómeno opuesto, la **depresión a largo plazo (DLP)**, que puede debilitar las conexiones sinápticas. Tanto la potenciación como la depresión a largo plazo pueden durar de días a semanas. La duración característica de la potenciación y la depresión a largo plazo animó a los investigadores a sugerir que esos fenómenos pueden representar una especie de memoria neurobiológica: una forma en que las células pueden almacenar las consecuencias de la experiencia (Para conocer una revisión reciente, consulte el trabajo de Lynch, 2004.)

Las células se comunican en la sinapsis por medio de la liberación de neurotransmisores, lo cual produce una respuesta en la neurona adyacente (postsináptica) mediante la activación de receptores especializados. Una entrada fuerte podría alterar la fuerza de una sinapsis química incrementando la cantidad de transmisor liberado o aumentando la respuesta de la célula postsináptica. La investigación sugiere que la potenciación a largo plazo se debe en

gran medida a la segunda de esas posibilidades. Una de las maneras más importantes en que una célula postsináptica puede volverse más responsiva involucra a receptores especializados (los receptores NMDA) que se encuentran en la superficie de la célula. Los receptores NMDA actúan como detectores de coincidencias. Su activación depende de la liberación del transmisor y de una fuerte respuesta en la célula postsináptica. Si se cumplen ambas condiciones, los receptores NMDA inician una cascada bioquímica que activa a los receptores NMDA silentes. Los receptores NMDA intervienen en la propagación de la señal de una neurona a la siguiente. La activación de más de esos receptores incrementa la magnitud de la respuesta provocada en la célula postsináptica. Como resultado, dicha célula exhibe una respuesta más fuerte aunque no haya cambiado la cantidad de neurotransmisor liberado.

La potenciación a largo plazo posee varias propiedades que sugieren que juega un papel en el aprendizaje y la memoria. La más obvia es *su naturaleza duradera*. Otra cualidad importante es la *especificidad de la entrada*: la modificación se limita a las sinapsis que están activas al mismo tiempo. La potenciación a largo plazo también muestra una especie de *cooperación*. La inducción de la potenciación a largo plazo requiere una respuesta fuerte en la célula postsináptica, la cual no tiene que provenir de una sola entrada. Más bien, varias entradas pueden operar juntas para llevar a la célula postsináptica al umbral del aprendizaje. Además, todas las entradas que contribuyen pueden beneficiarse. Una variación de esta cooperación da lugar a la última, y más interesante, propiedad: la *asociabilidad* (figura 11.8).

(continúa)

RECUADRO 11.1 (continuación)

FIGURA 11.8

A) Corte del hipocampo. Bliss y Lomo (1973) estimularon los axones de la vía perforante y registraron la respuesta observada en las fibras musgosas. Encontraron que una entrada fuerte producía un incremento duradero en la respuesta provocada en las células de la vía de las fibras musgosas. B) Esquema de las relaciones neuronales que podrían apoyar la asociabilidad. Una célula tiene una entrada débil (el EC) mientras que la otra tiene una conexión fuerte (el EI). La conexión débil puede fortalecerse por medio de la presentación emparejada de la entrada débil y la entrada fuerte. (Kandel, Schwartz y Jessel, 2000.)

Si una entrada débil se empareja con una entrada fuerte, esta última será suficiente para iniciar la potenciación a largo plazo en ambas conexiones. Como resultado, la entrada débil adquirirá la capacidad para provocar una respuesta en la célula postsináptica, de manera muy parecida a la forma en que un EC adquiere la capacidad para generar una RC como resultado de haber sido emparejado con un EI.

Para explorar si la potenciación a largo plazo del hipocampo desem-

peña un papel en el aprendizaje y la memoria, los investigadores han usado una serie de tareas conductuales que se sabe dependen del hipocampo. Una de las más populares involucra al laberinto de agua de Morris, que contiene una pequeña plataforma oculta. En condiciones normales, las ratas aprenden muy pronto a nadar hacia la ubicación de la plataforma (figura 11.4). Sin embargo, las ratas con lesiones en el hipocampo no recuerdan dónde fue el último lugar en que encontraron la plataforma

oculta y les lleva mucho más tiempo encontrarla. Las ratas lesionadas no tienen ningún problema para nadar a una plataforma que sea lo bastante alta para resultar visible por arriba de la superficie del agua. Esto indica que no se deterioraron sus funciones sensoriales y motrices. Las lesiones hipocámpales producen un déficit selectivo que interfiere con la capacidad para aprender acerca de las señales espaciales.

El desarrollo de una técnica conductual que sea sensible a las

(continúa)

RECUADRO 11.1 (continuación)

lesiones del hipocampo nos brinda una herramienta para determinar si la modificación sináptica (la plasticidad mediada por los receptores NMDA) participa en el aprendizaje. Para explorar este tema, los investigadores han evaluado el impacto de fármacos que interrumpen la actividad de los receptores NMDA (tales como APV y MK-801). Esos fármacos se unen al receptor NMDA y le impiden trabajar normalmente. Los estudios fisiológicos han demostrado que el tratamiento previo con un antagonista del receptor NMDA bloquea la inducción de la potenciación a largo plazo. Lo interesante es que el

mismo fármaco también dificulta el aprendizaje espacial en el laberinto de agua (Morris, Anderson, Lynch y Baudry, 1986). Los experimentos han demostrado que la plasticidad sináptica mediada por el receptor NMDA no se limita al aprendizaje espacial. Por ejemplo, la codificación de señales que representan un contexto, un objeto nuevo o un congénere depende del hipocampo, y cada una de esas formas de aprendizaje dependen de la plasticidad mediada por el receptor NMDA (Martin *et al.*, 2000).

Los investigadores también han demostrado que la potenciación a largo plazo ocurre en muchas otras

regiones del cerebro. Incluso las neuronas localizadas dentro de la médula espinal muestran potenciación a largo plazo. Cuando una persona sufre una quemadura solar, se sensibilizan las neuronas ubicadas dentro de la médula espinal (Ji, Kohno, Moore y Woolf, 2003; Willis, 2001). Esto incrementa el nivel de dolor que se siente cuando se estimula la piel. Este dolor agudizado parece reflejar una forma de potenciación a largo plazo, una memoria celular dentro de la médula espinal que aumenta la señal de dolor enviada al cerebro.

J. W. Grau

MECANISMOS DE LA MEMORIA

En la sección anterior se presentaron descripciones de varias técnicas destacadas para el estudio de los procesos de memoria en los animales, así como algunos de los resultados de dicha investigación. A continuación pasamos a la revisión de los factores que determinan qué recordamos y qué tan bien lo hacemos. Como se mencionó antes, los procesos de memoria implican tres fases: adquisición, retención y recuperación (tabla 11.1). Lo que recordamos y lo bien que lo hacemos depende de esas tres fases, a menudo en combinación entre sí. En esta parte del capítulo veremos la investigación realizada con animales no humanos que es pertinente para cada una de las tres fases de los procesos de memoria.

La adquisición y el problema de la codificación del estímulo

Es obvio que no podemos recordar algo (como la final de un juego de campeonato) a lo que de entrada no hayamos sido expuestos. La memoria depende de haber experimentado un evento y de que hayamos hecho algún tipo de registro de esa experiencia. No obstante, aunque nuestra memoria sea excelente, no se debe a que conservemos un registro perfecto o literal de la experiencia previa.

Las experiencias no pueden registrarse en un sentido literal, ni siquiera por las máquinas. Una cámara digital puede hacer un trabajo excelente al registrar la final de un juego de campeonato, pero ni siquiera eso es un registro literal. Las cámaras digitales crean un registro del evento en términos de una serie de ceros y unos, o piezas de información digital. El registro codificado no tiene parecido con el evento real. En un sentido similar, no guardamos en la memoria un registro literal de nuestras experiencias pasadas. Más bien, esas experiencias son codificadas de alguna manera en el sistema nervioso con fines de retención. Lo que recordemos más tarde depende de la forma en que se haya codificado una experiencia y de la manera en que ese código se recupera en un momento posterior. Por consiguiente, la **codificación del estímulo** es una característica esencial de la fase de adquisición de la memoria.

Los investigadores han mostrado interés por varios aspectos del problema de la codificación. Por ejemplo, considere las ratas que buscan comida en un laberinto radial (figura 11.5). Los animales tienen que entrar en los distintos brazos del laberinto para obtener el alimento localizado al final de cada brazo. De modo que para no desperdiciar sus esfuerzos, tienen que elegir únicamente los brazos a los que no han entrado ese día. Como hemos visto, las ratas dependen de su memoria para lograrlo. Pero, ¿qué es lo que tienen en mente? ¿Cómo se codifica la memoria?

Mapas cognoscitivos y otros códigos de navegación

Una posibilidad es que el animal haga una lista serial de los brazos del laberinto que visita y que agregue un elemento a la lista con cada brazo visitado. Dado el excelente desempeño de las ratas en laberintos con 16 brazos o más (Cole y Chappell-Stephenson, 2003), esto podría implicar una lista más bien larga. El aprendizaje de semejante lista parece poco probable, ya que incluso a los seres humanos nos resulta difícil mantener tantos elementos a la vez en la memoria de trabajo. Otra posibilidad es que los animales formen un mapa o representación mental de la distribución del laberinto y los comederos, y que usen luego este mapa cognoscitivo para decidir a qué brazo del laberinto entrarán a continuación (O'Keefe y Nadel, 1978; Jacobs y Schenk, 2003).

La idea de que los animales forman un *mapa cognoscitivo* que luego orienta su navegación espacial ha sido una hipótesis importante durante varios años, pero requiere mayor especificación. Los mapas pueden representar diferentes tipos de información (distancia, altura o topografía, presencia de puntos de referencia particulares, dirección de la brújula, etcétera). Afirmar que los animales forman un *mapa cognoscitivo* no nos dice con precisión qué información contiene dicho mapa y cómo la utilizan los animales. Dichas preguntas han llevado a los investigadores a enfocarse en mecanismos más específicos que permiten a los sujetos encontrar una ubicación particular en el espacio. Se han examinado algunos mecanismos (consulte las revisiones de Roberts, 1998; Shettleworth, 1998; Spetch y Kelly, 2006), algunos de los cuales se ilustran en la figura 11.9.

En la figura 11.9, la meta (una parcela con comida) se localiza cerca de una roca grande. A la derecha de la roca hay un árbol y un arbusto a la izquierda. El árbol y el arbusto están más cerca del conejo que la roca. El conejo podría encontrar esta parcela mirando hacia la roca y dirigiéndose hacia ella, lo cual sería un *seguimiento de la señal*. La roca es una señal que indica la ubicación del objeto meta. El seguimiento de la señal es una táctica de navegación bastante simple que requiere poco más que la formación de una asociación entre la señal y el objeto meta. La conducta de seguimiento de señales descrita en el capítulo 3 es un ejemplo de seguimiento de la señal (figura 3.5). (Para conocer algunos estudios recientes sobre el uso de señales, consulte los trabajos de Shettleworth y Sutton, 2005; y de Timberlake, Sinning y Leffell, 2007.)

Dadas las señales presentes en la figura 11.9, el conejo también podría encontrar la comida yendo a la derecha del arbusto. En este caso, estaría utilizando al arbusto como punto de referencia para orientar su navegación. Un *punto de referencia* es un estímulo distintivo que no se encuentra en la ubicación de la meta, pero tiene una relación fija con ella (por ejemplo, la meta se encuentra al noreste del arbusto). Los sujetos también pueden encontrar la ubicación de la meta usando la información derivada de varios puntos de referencia. En nuestro

**FIGURA 11.9**

Diagrama de una tarea espacial en que la meta (una parcela de comida) se localiza cerca de una roca. A la derecha se localiza un árbol y a la izquierda un arbusto, ambos más cerca del conejo. Como se expone en el texto, el conejo puede obtener la comida usando diversas señales espaciales.

ejemplo, la parcela de alimento se localiza entre, pero después del arbusto y el árbol. Podría calcularse una vía usando ambos puntos de referencia. (Chamizo, Rodrigo y Mackintosh, 2006; y Fiset, 2007, presentan estudios recientes sobre el uso de puntos de referencia).

Advierta que en la figura 11.9 el arbusto, la roca y el árbol esbozan la forma de un triángulo. La parcela de comida está cerca del vértice del triángulo. Las *características geométricas*, como las que conforman ese triángulo, proporcionan señales adicionales para la localización espacial (Chang y Newcombe, 2005). Sin embargo, los arreglos geométricos que suelen estudiarse en el laboratorio son de una escala mucho menor que la que aparece en la figura 11.9. Otra fuente de información espacial que puede utilizarse para localizar un objeto meta son las señales de distancia que indican qué tan lejos está un objeto. Las señales de distancia proporcionan un *gradiente espacial* en que los objetos más lejanos parecen más pequeños, menos brillantes y menos nítidos.

El tema que domina en la investigación contemporánea sobre la codificación de la información espacial es la manera en la cual la información de señales, puntos de referencia, características geométricas y gradientes espaciales se integra en un mapa cognoscitivo coherente. Los investigadores están examinando la forma en que el aprendizaje acerca de una característica influye en el aprendizaje sobre otras características espaciales (Gibson y Shettleworth, 2003; Timberlake, Sinning y Leffel, 2007), la forma en que puede integrarse el aprendizaje sobre características separadas (Chamizo, Rodrigo y Mackintosh, 2006) y la forma en que esas interacciones deberían describirse teóricamente (Chang y Newcombe, 2005; Miller y Shettleworth, 2007).

Codificación retrospectiva y prospectiva

Hasta aquí hemos analizado los tipos de información espacial que los animales pueden utilizar para encontrar localizaciones particulares de comida. Otra pregunta interesante es qué localizaciones de la comida se codifican cuando las ratas forrajeen en un laberinto radial. Quizá la posibilidad más obvia sea que los animales mantienen en mente los lugares donde ya han estado, lo que se conoce como **codificación retrospectiva**. Una estrategia de memoria igualmente eficaz es que los animales tengan en mente los brazos del laberinto que todavía no han visitado, estrategia conocida como **codificación prospectiva**. Como los paradigmas de memoria animal por lo general tienen una variedad limitada de resultados, todos pueden ser resueltos con éxito mediante el recuerdo de un evento pasado (**retrospección**) o el recuerdo de un plan para la acción futura (**prospección**).

La distinción entre la codificación retrospectiva y prospectiva se ha convertido en el foco de interés de la cognición comparada por su relevancia para la cuestión del viaje en el tiempo en los animales (Roberts, 2006; Zentall, 2005). Las personas son claramente capaces de viajar en el tiempo en el sentido de que pueden volver a experimentar hechos pasados o contemplar eventos futuros. De hecho, muchas veces es la reflexión sobre daños pasados y posibles problemas futuros lo que nos ocasiona el mayor malestar. Tener en mente o recordar un plan para la acción futura es la esencia de la codificación prospectiva. El hecho de que la gente conserve esta capacidad cuando envejece o que empiece a mostrar síntomas de la enfermedad de Alzheimer es de gran interés para la investigación sobre la memoria humana (Ellis y Kvavilashvili, 2000). ¿Las especies no humanas son capaces también de mostrar codificación prospectiva o están atoradas en el tiempo? ¿Cómo se podría obtener evidencia de codificación prospectiva en especies no verbales?

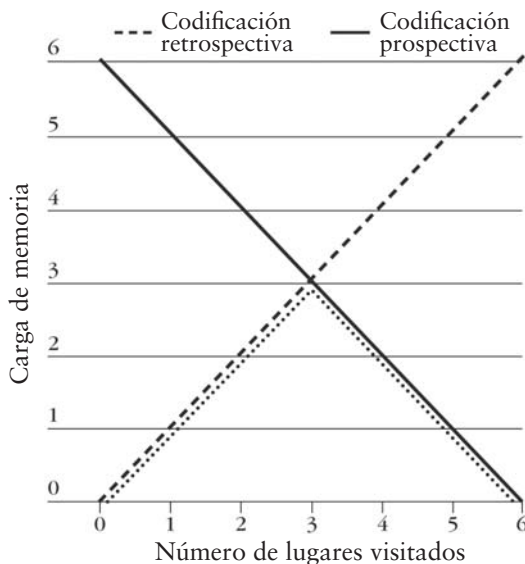
Considere la acción de ir de compras en un centro comercial. Supongamos que para hacer sus compras tiene que visitar seis tiendas: una zapatería, una tienda de discos, una librería, una panadería, una tienda de ropa y una farmacia. Supongamos también que tiene que depender por completo de su memoria para visitar las seis tiendas. No puede llevar notas ni mirar lo que ya compró cuando decide a dónde ir a continuación. ¿Qué estrategia de memoria utilizaría para no ir al mismo lugar dos veces? Una posibilidad sería formar un código de memoria para cada tienda después que la visita. Esto sería un código retrospectivo. Posteriormente podría decidir si entra en la siguiente tienda de la lista, dependiendo de si recuerda o no que ya estuvo ahí. Con esa estrategia retrospectiva los contenidos de su memoria de trabajo se incrementarían en un elemento con cada tienda que visita. Por consiguiente, la cantidad de información que tiene en mente (su carga de memoria) aumentaría conforme avanza en la tarea (figura 11.10).

Una alternativa sería que memorizara la lista de todas las tiendas que pretende visitar antes de iniciar el recorrido. Esa memoria involucraría *prospección*, ya que sería la memoria de lo que pretende hacer. Después de visitar una tienda particular, podría borrar ese elemento de su memoria. De este modo, en este esquema, una visita a una tienda sería *registrada* por el hecho de sacar esa tienda de la lista de memoria prospectiva. Como sólo tendría en mente las tiendas que todavía debe visitar, la carga de memoria disminuiría a medida que vaya avanzando en sus compras, como se muestra en la figura 11.10.



Cortesía de T. Zentall

T. Zentall

**FIGURA 11.10**

Carga de memoria después de haber visitado una cantidad diferente de lugares, de un total posible de seis, dadas las estrategias de codificación retrospectiva y prospectiva. La línea punteada representa la carga de memoria cuando la estrategia de codificación cambia de retrospectiva a prospectiva a la mitad de la tarea.

Se han llevado a cabo muchos experimentos ingeniosos para determinar si los animales usan una codificación retrospectiva o prospectiva para la memoria. Varios de esos experimentos han implicado variaciones del procedimiento de igualación a la muestra con palomas. Los experimentos han demostrado que los animales usan tanto la codificación retrospectiva como la codificación prospectiva, pero en circunstancias distintas. Dichos experimentos ilustran el hecho de que las estrategias de codificación son flexibles y que se adoptan estrategias distintas en respuesta a diferentes demandas de la tarea (Clement y Zentall, 2000; Ducharme y Santi, 1993; Grant, 1991, 1993; Zentall, Jagielo, Jackson-Smith y Urcuioli, 1987).

Para ilustrar la forma en la cual las estrategias de codificación pueden cambiar en función de las demandas de la tarea, regresemos al ejemplo de tener que ir de compras a seis tiendas distintas de un centro comercial. Como ya se mencionó, con una estrategia de codificación retrospectiva las demandas sobre la memoria de trabajo aumentan conforme se progresa en el viaje de compras. En contraste, con la estrategia de codificación prospectiva las demandas sobre la memoria de trabajo disminuyen conforme se va avanzando por las seis tiendas (figura 11.10). ¿Cómo podrían minimizarse las demandas sobre la memoria? ¿Existe alguna forma de mantener en tres elementos o menos las demandas sobre la memoria de trabajo a lo largo del viaje de compras? Así es, si se cambia la estrategia de memoria a mitad de la tarea.

Al inicio del viaje de compras, la carga de memoria es menor si se usa la estrategia retrospectiva. Por consecuencia, debería empezar con la codificación retrospectiva. Recordar dónde se ha estado funciona bien para las tres primeras tiendas que se visitan. Después de eso, la carga de memoria para la retrospección empieza a exceder la carga de memoria para la prospección (figura 11.10). Por consiguiente, después de haber visitado tres tiendas, debería cambiar al código prospectivo y tener en mente sólo las tiendas que quedan por visitar. Al cambiar a

medio camino las estrategias de codificación, minimiza la cantidad de información que tiene que recordar en cualquier momento. Si utiliza la retrospección, seguida de la prospección, la carga de memoria al principio aumenta y luego disminuye conforme completa la tarea, como lo ilustra la línea punteada en la figura 11.10.

¿Los animales (incluyendo a las personas) utilizan las estrategias de codificación de manera flexible? De ser así, ¿cómo podríamos demostrarlo? Se han realizado varios experimentos que indican que las estrategias de codificación cambian de la retrospección a la prospección a medida que se avanza por una lista de lugares o de elementos. Al inicio de la lista los individuos tienen en mente lo que ya ha sucedido; más tarde recuerdan lo que queda por hacer (Cook, Brown y Riley, 1985; así como el trabajo de Brown, Wheeler y Riley, 1989).

En un estudio, Kesner y DeSpain (1988) compararon las estrategias de codificación de ratas y estudiantes universitarios en tareas de memoria espacial. Si los individuos cambian de la retrospección a la prospección en el curso de la evocación de una serie de lugares, la carga de memoria al principio debería aumentar y luego disminuir. Se calculó la carga de memoria a partir de la tasa de errores que cometían los participantes en una prueba realizada después que éstos habían visitado un número diferente de lugares. (Para conocer un estudio reciente de este problema en palomas, consulte el trabajo de DiGian y Zentall, 2007.)

En el estudio de Kesner y DeSpain primero se entrenó de manera estándar a las ratas para buscar comida en un laberinto radial de 12 brazos. Una vez que se habían vuelto competentes en la obtención de comida, yendo a cada brazo del laberinto, se llevó a cabo una serie de ensayos de prueba. En cada uno de esos ensayos se permitió que las ratas entraran a los brazos un determinado número de veces para sacarlas luego del laberinto durante 15 minutos. Al final de la demora, se les regresó al laberinto y se les permitió entrar en uno de dos corredores seleccionados por el experimentador. Uno era un corredor al que habían entrado antes; el otro era un corredor que no había sido elegido antes. Se consideró que la elección del nuevo corredor era la respuesta correcta. En la gráfica izquierda de la figura 11.11 se presenta la tasa de errores cometidos por las ratas. La tasa de errores aumentaba a medida que el número de lugares visitados antes de la prueba se incrementaba de dos a ocho brazos del laberinto. Este hallazgo es congruente con la hipótesis de que las ratas utilizaron una estrategia de codificación retrospectiva durante las entradas en los primeros ocho brazos. Sin embargo, cuando se probó a las ratas después que habían entrado en 10 brazos, curiosamente cometieron menos errores. Esta mejora en el desempeño hacia el final de la serie sugiere que los animales habían cambiado hacia una estrategia de codificación prospectiva.

A los estudiantes universitarios que participaron en el estudio se les presentó una cuadrícula que contenía 16 cuadrados (correspondientes a los 16 lugares en un laberinto). En el curso de un ensayo el símbolo X se desplazaba de un cuadrado a otro en un orden irregular, simulando el movimiento de un lugar a otro en un laberinto. Después que la X se había presentado en varios lugares, se introdujo una demora de cinco segundos seguida de la presentación de dos ubicaciones de prueba. Una de esas ubicaciones era un lugar donde ya había estado la X, la otra era un cuadrado nuevo. Los participantes tenían que identificar cuál era el cuadrado nuevo.

En la gráfica derecha de la figura 11.11 se presenta la tasa de errores cometidos por los estudiantes universitarios como función del número de lugares en

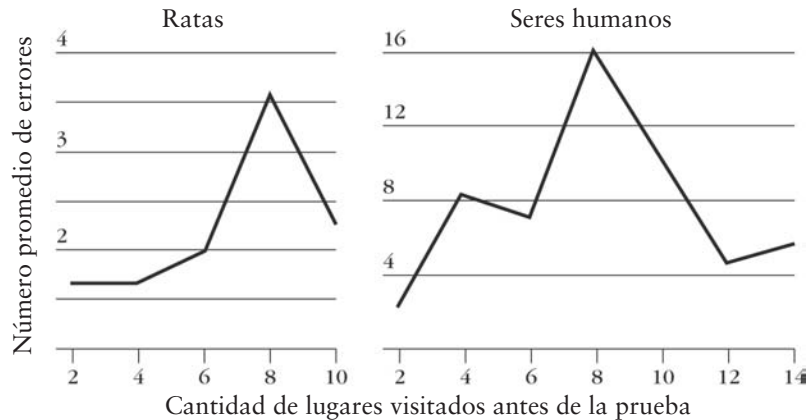


FIGURA 11.11

Tasa de error de las ratas (izquierda) y de estudiantes universitarios (derecha) en tareas de memoria espacial que requerían la identificación de un lugar nuevo después de una demora. La demora se impuso después que los participantes habían visitado cantidades distintas de ubicaciones. (Tomado de "Correspondence Between Rats and Humans in the Utilization of Retrospective and Prospective Codes", de R. P. Kesner y M. J. DeSpain, 1988, *Animal Learning and Behavior*, 16, pp. 299-302. Derechos reservados © 1988 por la Psychonomic Society. Reproducido con autorización.)

que había aparecido la X antes de la prueba. Los resultados fueron sorprendentemente similares al patrón de errores obtenido con las ratas. La tasa de error al principio se incrementaba, lo que es congruente con una estrategia de codificación retrospectiva, pero después que el estímulo objetivo había estado en ocho lugares la tasa de error disminuía, lo que es congruente con una estrategia de codificación prospectiva.

Esos resultados sugieren que el desempeño de la memoria está en función de las estrategias de codificación y que éstas pueden variar dependiendo de las demandas de la tarea. Cuando cuentan con diferentes estrategias de codificación, los participantes cambian de una a otra de modo que se reduzca la carga de memoria y, por consecuencia, mejore la precisión de la respuesta.

La retención y el problema del repaso

La segunda fase de los procesos de memoria es la retención. En las tareas para la memoria de trabajo, un tema importante que atañe a la retención es el **repaso**, que se refiere a mantener la información en un estado activo, de fácil acceso para su uso. Si alguien le dice un número telefónico, puede repasarlo repitiéndolo una y otra vez hasta que consigue un teléfono. Si alguien le da instrucciones para llegar a la oficina de correos, quizá trate de crear una imagen mental de la ruta e imaginar que sigue esa ruta en varias ocasiones. Esas estrategias de repaso facilitan que la información recientemente adquirida esté a la mano y disponible para orientar la conducta.

Los procesos de repaso fueron investigados primero en la memoria animal, según su relación con el aprendizaje de nuevas asociaciones. Los modelos de aprendizaje y de memoria por lo general suponen que se forman asociaciones entre dos eventos (digamos, un EC y un EI) siempre que ambos eventos se repasen al mismo tiempo (Wagner, 1976, 1981). Dada esta suposición, el

aprendizaje debería verse afectado por manipulaciones que interrumpieran el repaso. Los primeros estudios sobre los procesos de repaso en la memoria animal se concentraron en esas manipulaciones y en sus efectos sobre el aprendizaje de nuevas asociaciones (Wagner, Rudy y Whitlow, 1973). Recientemente, la investigación se ha concentrado en el papel del repaso en los paradigmas de la memoria de trabajo. Una línea importante de trabajo sobre el papel de los procesos de repaso en la memoria de trabajo proviene de los estudios de **olvido dirigido**.

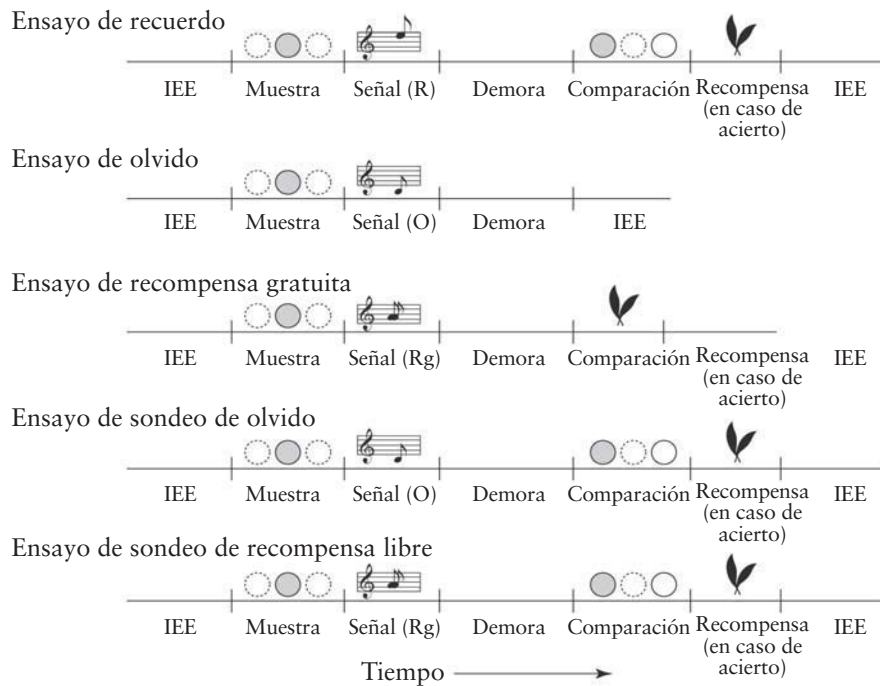
Los estudios de la memoria humana han demostrado que la precisión del recuerdo puede ser modificada por señales o instrucciones que indican que algo debería (o no debería) ser recordado (Bjork, 1972; Hourlhan y Taylor, 2006; Johnson, 1994). En esta investigación, se expone primero a los participantes a una lista de elementos. Algunos de los elementos son acompañados por una señal de recuerdo (señal R) que indica que el elemento aparecerá más tarde en una prueba de memoria; otros son acompañados por una señal de olvido (señal O) que indica que el elemento no será incluido en la prueba de memoria. Ocasionalmente se incluyen ensayos de sondeo en que se prueba el recuerdo de un elemento que fue acompañado por la señal de olvido. Los resultados de esos sondeos indican que la memoria es afectada por las señales de olvido.

Las demostraciones del olvido dirigido son importantes, pues proporcionan evidencia de que la memoria es un proceso activo que puede ponerse bajo control del estímulo. La investigación del olvido dirigido en seres humanos suscitó el interés por encontrar efectos análogos en animales no humanos. ¿Cómo podríamos concebir un procedimiento para estudiar el olvido dirigido en animales?

El olvido dirigido ha sido examinado en palomas en múltiples estudios que emplean variantes del procedimiento de igualación demorada a la muestra. En la figura 11.12 se describe el procedimiento utilizado en un estudio reciente de Milmine, Watanabe y Colombo (2008). La cámara experimental contenía tres teclas colocadas en hilera. Se utilizó la tecla central para presentar el estímulo de muestra (una luz roja o una blanca) y las dos teclas laterales se emplearon durante las pruebas de memoria, que implicaban hacer una elección entre la muestra y el color alterno. Podían llevarse a cabo cinco tipos distintos de ensayos. En los ensayos con la señal R, la muestra era seguida por un tono agudo con una duración de dos segundos, al que seguía un periodo silente de tres segundos y la prueba de elección. Si la paloma picoteaba el estímulo de igualación se le reforzaba con comida. En los ensayos con la señal O, la presentación de la muestra era seguida por un tono grave y un periodo de demora, luego del cual terminaba el ensayo. Por consiguiente, los sujetos no debían tener nada en mente durante el periodo de demora.

El tercer tipo de ensayo era uno de recompensa gratuita que también terminaba sin la prueba de elección, pero en esos ensayos los sujetos recibían comida al final del intervalo de demora. Los ensayos de recompensa gratuita se incluyeron, ya que estudios previos habían mostrado que la anticipación del reforzamiento al final del ensayo puede favorecer el recuerdo del estímulo de muestra. Estos ensayos eran marcados por una señal auditiva pulsante de altura intermedia que se presentaba después del estímulo de muestra.

Los tres primeros tipos de ensayo permitieron establecer las funciones de la señal de recuerdo (R), la señal de olvido (O) y la señal de recompensa gratuita.

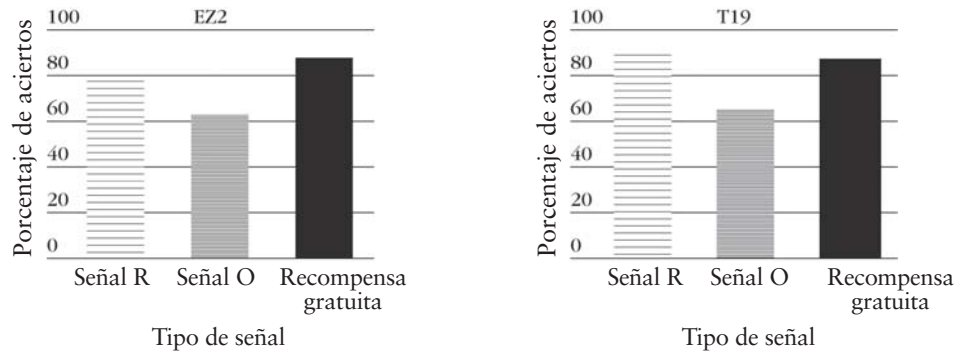
**FIGURA 11.12**

Descripción de los tipos de ensayos usados en un estudio reciente de olvido dirigido en palomas. Cada ensayo empezaba con la presentación del estímulo muestra en la tecla central. Esto era seguido por diferentes señales auditivas que servían como señal R, señal O y señal de recompensa gratuita. Ensayos de sondeo evaluaron el impacto de la señal de olvido y la señal de recompensa gratuita en la memoria. (Tomado de "Neural correlates of directed forgetting in the avian prefrontal cortex", de M. Milmine, A. Watanabe y M. Colombo, 2008, *Behavioral Neuroscience*, 122, 199-209.)

¿Qué tan eficaces fueron esas señales para controlar en realidad la memoria? La memoria se evaluó en cada ensayo con la señal R, pues todos los ensayos con dicha señal terminaban con la prueba de elección. Para evaluar la memoria sobre los ensayos con la señal O y los ensayos con recompensa gratuita se incluyó una prueba de elección como sondeo en algunos de esos ensayos. Esos ensayos de sondeo se describen como los dos últimos tipos de ensayo en la figura 11.12.

En el experimento participaron dos palomas. Los resultados obtenidos con cada animal se presentan en la figura 11.13. El desempeño de igualación más preciso ocurrió en los ensayos con la señal de recuerdo. Como se esperaba, el desempeño de las palomas fue malo en los ensayos con la señal de olvido, lo que indica que estas señales trastocaban la memoria. Observe que como la instrucción de olvido se proporcionó después del estímulo de muestra, no puede argumentarse que la señal de olvido afectara la atención prestada a la muestra; más bien, dicha señal alteró los mecanismos de memoria (el repaso) durante el intervalo de demora.

La memoria también era buena en los ensayos de sondeo de recompensa gratuita, lo que indica que la anticipación de una recompensa también puede facilitar el recuerdo. Este es un resultado muy interesante. Uno esperaría que los animales tengan en mente una señal de la recompensa, pero en este caso la señal

**FIGURA 11.13**

Precisión en la igualación demorada a la muestra de las palomas EZ2 y T19 en los ensayos con la señal R, la señal O y la señal de recompensa gratuita. (Tomado de "Neural correlates of directed forgetting in the avian prefrontal cortex", de M. Milmine, A. Watanabe y M. Colombo, 2008, *Behavioral Neuroscience*, 122, 199-209.)

de recompensa gratuita no era el estímulo de muestra. Igual que las señales de recompensa y de olvido, la señal de recompensa gratuita se presentó después del estímulo de muestra. No obstante, facilitó el recuerdo de la muestra. Es evidente que la anticipación de la recompensa ayuda a mantener en la memoria eventos experimentados recientemente.

Debido a algunas sugerencias de que el olvido dirigido implica al control ejecutivo, Milmine y sus colaboradores (2008) también midieron la actividad de neuronas individuales en una parte del cerebro de la paloma que es análoga a la corteza prefrontal de los mamíferos. En congruencia con esa hipótesis, encontraron una actividad mayor y sostenida de una sola célula durante el intervalo de demora en los ensayos con la señal de recuerdo, y una supresión de la actividad durante los ensayos con la señal de olvido. La actividad neuronal durante el intervalo de demora en los ensayos con la recompensa gratuita era similar a la actividad en los ensayos con la señal de recuerdo. Por consiguiente, la actividad neuronal de una sola célula en el análogo aviar de la corteza prefrontal correspondía a los datos conductuales, lo que indica que dichas neuronas participan en el control de los procesos de memoria.

En el experimento de Milmine y sus colaboradores (2008), la señal de olvido se correlacionaba con el no reforzamiento durante el entrenamiento, ya que la prueba de elección se omitía en los ensayos de entrenamiento con la señal de olvido. Según resultó, esto no es crucial. Las señales de olvido pueden entrenarse incluso si el procedimiento incluye reforzamiento en los ensayos con las señales de olvido (Roper, Kaiser y Zentall, 1995; Kaiser, Sherburne y Zentall, 1997). El factor clave es omitir la prueba de memoria en los ensayos de entrenamiento con la señal de olvido.

Una vez que son entrenadas, las señales de olvido tienen un amplio impacto. Por ejemplo, un estudio reciente demostró que una señal de olvido entrenada en un problema de igualación a la muestra puede controlar la memoria en un problema diferente de igualación (Roper, Chaponis y Blaisdell, 2005). Esas experiencias demuestran la generalidad filogenética del olvido dirigido y proporcionan paradigmas de laboratorio para el estudio de los mecanismos neurales que subyacen a nuestra capacidad para controlar nuestros procesos de memoria.

Recuperación

En la tercera fase de los procesos de memoria, la recuperación, la información almacenada se recupera de modo que pueda usarse para guiar la conducta. En tanto que los problemas de codificación y repaso se investigan principalmente con paradigmas de la memoria de trabajo, la investigación sobre la recuperación se ha concentrado en la memoria de referencia y, más en concreto, en la memoria de las asociaciones aprendidas. Los procesos de recuperación resultan de especial interés, pues muchos casos de fallas de memoria no reflejan pérdidas de la información del almacén de memoria sino déficit en la recuperación de la información: **fallas de recuperación** (Urcelay y Miller, 2008).

En el curso de nuestra cotidianidad aprendemos muchas cosas, mismas que se almacenan de alguna forma en el cerebro. En qué aspecto de nuestro vasto conocimiento pensamos en un momento particular, depende de qué piezas de información sean recuperadas de nuestro almacén de memoria de largo plazo. En cualquier momento sólo recordamos una minúscula proporción de lo que sabemos. Los procesos de recuperación son activados por los recordatorios o **claves de recuperación**. Si está hablando con sus amigos sobre sus experiencias en el campamento de verano, las cosas que ellos digan funcionarán como señales de recuperación para recordarle las cosas que hizo en el campamento de verano.

Las claves de recuperación pueden recordarle una experiencia pasada, ya que están asociadas con la memoria de esa experiencia. Una canción le recuerda el concierto al que asistió en su primera cita. Equilibrarse en una bicicleta puede recordarle lo que tiene que hacer para montar en bicicleta. Las sensaciones de sumergirse en una piscina le recordarán lo que aprendió sobre la natación, y la voz de un amigo que no ha visto en mucho tiempo estimulará la recuperación de recuerdos de las cosas que solían hacer juntos.

Claves de recuperación y memoria de la conducta instrumental en bebés humanos

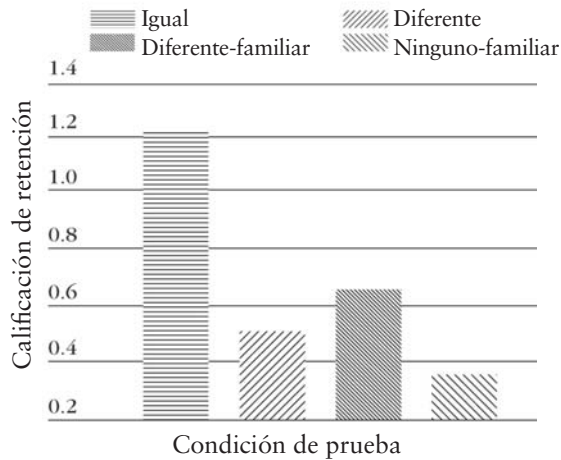
Varios estímulos que están presentes en la adquisición de una memoria pueden llegar a funcionar como claves de recuperación de la misma. Por ejemplo, Borovsky y Rovee-Collier (1990) investigaron la recuperación de la memoria del condicionamiento instrumental en bebés de seis meses de edad. Los niños fueron entrenados en sus casas en corralitos cuyos lados fueron cubiertos con un forro de tela. Algunos de esos forros tenían rayas y otros tenían un patrón cuadrado. A los investigadores les interesaba saber si el forro podía funcionar como clave de recuperación para la respuesta instrumental.

Se montó un móvil sobre el corralito, donde se sentó a cada niño en un asiento reclinable para bebés de modo que pudiera ver el móvil. Uno de los extremos de una cinta de satén se ató alrededor del tobillo del bebé y el otro extremo se amarró a la base que sostenía el móvil. Con este arreglo, cada patada que daba el niño ponía en movimiento al móvil. La respuesta instrumental era patear y el reforzador era el movimiento del móvil. La respuesta de patear se condicionó primero en dos sesiones cortas de entrenamiento. Los bebés recibieron posteriormente una sesión de prueba 24 horas después.

Las claves presentes durante la sesión de prueba variaron para diferentes grupos de infantes. Algunos de los bebés fueron probados en una cuna con el



C. Rovee-Collier

**FIGURA 11.14**

Calificaciones de retención de bebés de seis meses de edad en una prueba de condicionamiento instrumental. El grupo igual fue examinado en un corralito con el mismo forro de tela que había estado presente durante el condicionamiento. El grupo diferente fue probado con un nuevo forro de tela. El grupo diferente-familiar fue probado con un forro de tela familiar pero diferente al que estuvo en el corralito durante el condicionamiento. El grupo ninguno-familiar fue probado sin forro de tela pero en un corralito y una habitación familiares. (Tomado de "Contextual Constraints on Memory Retrieval at Six Months", de D. Borovsky y C. Rovee-Collier, 1990, *Child Development*, 61, pp. 1569-1583. Derechos reservados © 1990 por la University of Chicago Press. Reproducido con autorización.)

mismo forro de tela que había estado presente en las sesiones de entrenamiento (grupo igual). Otros fueron probados con el otro forro de tela que era nuevo para ellos (grupo diferente). Para un tercer grupo, el forro de tela alternativo era familiar pero no había estado presente en los ensayos de entrenamiento (grupo diferente-familiar). Por último, los bebés de un cuarto grupo fueron probados sin el forro y podían ver el cuarto de juegos familiar (ninguno-familiar).

Los resultados del experimento se resumen en la figura 11.14. El mejor desempeño de retención se observó en el grupo que fue probado con el mismo forro del corralito que había estado presente durante el condicionamiento. Los otros grupos mostraron un desempeño de memoria significativamente más pobre. El mal desempeño de los bebés probados con un forro nuevo (grupo diferente) quizá se debió a que la novedad de alguna manera deterioraba su conducta (Thomas y Empedocles, 1992). Sin embargo, el mal desempeño del grupo diferente-familiar indica que la novedad no fue del todo responsable de los problemas de memoria ocurridos. Un cambio en el forro de la cuna entre el condicionamiento y la prueba producía un mal desempeño aunque el forro usado en la prueba fuese familiar. El desempeño inferior del grupo diferente-familiar en comparación con el grupo igual ofrece una sólida evidencia de que el forro de tela fungía como clave de recuperación para la conducta instrumental de patear. (Para conocer investigaciones relacionadas, consulte los trabajos de Daman-Wasserman *et al.*, 2006; Rovee-Collier, Hayne y Colombo, 2001.)

Claves contextuales y la recuperación de recuerdos conflictivos

El cambio en el diseño del forro del corralito cambió las claves contextuales del mismo. Por consiguiente, la investigación de Borovsky y Rovee-Collier fue un estudio

sobre el papel de las claves contextuales en la recuperación de la memoria. En otras partes de esta obra se describieron otros ejemplos de las claves contextuales en la recuperación de la memoria, por ejemplo, al revisar el tema del control del estímulo contextual en el capítulo 8 y en relación con la extinción en el capítulo 9. En la figura 8.13 se muestra un ejemplo particularmente sorprendente que presenta los datos de un experimento de Thomas, McKelvie y Mah (1985). En este experimento, un grupo de palomas aprendió primero a picotear cuando se proyectaba una línea vertical ($E+ = 90^\circ$) sobre la tecla y no cuando aparecía una línea horizontal ($E- = 0^\circ$). Las claves contextuales se cambiaron luego (modificando los sonidos y la iluminación de la cámara) y se entrenó a las palomas con la inversión de la discriminación original. Ahora, la línea horizontal (0°) era el $E+$ y la línea vertical (90°) era el $E-$.

Las pruebas posteriores de generalización en cada contexto indicaron que la respuesta ante las líneas vertical y horizontal dependía del contexto en que éstas fueron probadas. En un contexto, la línea vertical producía el nivel más alto de respuesta; en el otro contexto la línea horizontal producía mayor respuesta. El estudio ilustra que los organismos pueden retener recuerdos de tendencias de respuesta diametralmente opuestas, cada una asociada con una clave de recuperación diferente. (Para conocer otros ejemplos que involucran la recuperación de recuerdos conflictivos, consulte los trabajos de Bouton, 1993, 1994; Dekeyne y Deweer, 1990; y de Haggbloom y Morris, 1994.)

La generalidad de los tratamientos recordatorios

Ahora sabemos mucho acerca de la facilitación de la recuperación de la memoria por medio de tratamientos recordatorios (consulte los trabajos de Gordon, 1981; Spear y Riccio, 1994). Como hemos visto, las claves contextuales son particularmente eficaces para estimular la recuperación de la memoria (Gordon y Klein, 1994; Hitchcock y Rovee-Collier, 1996; Zhou y Riccio, 1996). Además, se ha encontrado que otros procedimientos recordatorios facilitan el recuerdo, como la exposición al *estímulo incondicionado* (Hunt, 1997; MacArdy y Riccio, 1995), la exposición al *estímulo condicionado reforzado* ($EC+$) (Gisquet-Verrier y Alexinsky, 1990; Gordon y Mowrer, 1980), e incluso la exposición al *estímulo condicionado no reforzado* ($EC-$) que estuvo presente durante el entrenamiento (Campbell y Randall, 1976; Miller, Jagielo y Spear, 1992).

Además, los tratamientos recordatorios pueden emplearse para revertir muchos casos de pérdida de memoria (consulte los trabajos de Miller, Kasproy y Schachtman, 1986; Urcelay y Miller, 2008). Por ejemplo, se han empleado tratamientos recordatorios para facilitar la recuperación de recuerdos de la memoria de corto plazo (Feldman y Gordon, 1979; Kasproy, 1987). Éstos pueden recordar a animales mayores (y a bebés) experiencias olvidadas de la vida temprana (por ejemplo, Galluccio y Rovee-Collier, 1999; Richardson, Riccio y Jonke, 1983). Los tratamientos recordatorios pueden contrarrestar los decrementos en la generalización del estímulo que ocurren cuando se prueba la conducta aprendida en un nuevo contexto (Millin y Riccio, 2004; Mowrer y Gordon, 1983). También se ha observado que los tratamientos recordatorios incrementan los bajos niveles de respuesta condicionada que suele ocurrir en los procedimientos de inhibición latente, ensombrecimiento y bloqueo (Kasproy, Cacheiro, Balaz y Miller, 1982; Kasproy, Catterson, Schachtman y Miller, 1984; Miller, Jagielo y Spear, 1990; Schachtman, Gee, Kasproy y Miller, 1983; consulte también el trabajo de Gordon, McGinnis y Weaver, 1985).



N. E. Spear

Cortesía de N. E. Spear

RECUADRO 11.2

Los genes y el aprendizaje

El sistema nervioso está compuesto de miles de millones de neuronas interconectadas por enlaces químicos llamadas sinapsis. En el recuadro 11.1 se describió la manera en la cual el aprendizaje puede modificar la conducta produciendo un cambio en la forma en que opera la sinapsis. En algunos casos, el aprendizaje puede producir un incremento duradero en la fuerza sináptica, dando lugar a una forma de potenciación a largo plazo (PLP). En otros casos, la experiencia tendrá como resultado una disminución regulatoria conocida como depresión a largo plazo (DLP).

Los mecanismos que intervienen en los cambios de la fuerza sináptica operan en fases. Al inicio, mecanismos moleculares locales producen cambios rápidos a corto plazo en la fuerza sináptica. Luego se activan otros procesos que tienen como resultado memorias duraderas. El establecimiento de una memoria de largo plazo depende de la activación de los genes que fabrican nuevas proteínas que producen un cambio duradero en la forma de operación de una sinapsis.

Hace muchos años, mediante el uso de fármacos que bloquean la síntesis de proteínas se demostró que la elaboración de nuevas proteínas contribuye a la formación de memorias de largo plazo (Davis y Squire, 1984; véase el recuadro 9.1). Más recientemente, se ha establecido que lo mismo sucede para las formas duraderas de potenciación y depresión a largo plazo (Mayford y Kandel, 1999). Incluso el aprendizaje en un invertebrado, la *Aplysia* (recuadro 2.2), depende de la expresión de los genes (Hawkins, Kandel y Bailey, 2006).

La biología molecular moderna nos ha proporcionado una gran cantidad de técnicas novedosas que permiten a los investigadores

descubrir los genes que participan en el aprendizaje. Esos estudios han revelado que diversos mecanismos de aprendizaje dependen de la inducción de códigos genéticos comunes, genes que codifican algunos universales biológicos que han sido bien conservados a lo largo de la evolución. De la misma manera en la que los mecanismos que subyacen a la generación de una señal neuronal (el potencial de acción) se conservan bien entre las especies, también lo hacen los mecanismos que están detrás de la plasticidad sináptica.

La genética moderna también nos ha dado nuevas herramientas para estudiar el papel de la expresión de los genes en el aprendizaje. Podemos leer el código genético, identificar la posición de los genes relevantes y manipular experimentalmente la forma en la que operan. Si creemos que una proteína particular desempeña un papel esencial en el aprendizaje, podemos probar esa idea utilizando ratones en los que se ha eliminado el gen relevante. Esto nos ofrece una oportunidad única para apreciar los mecanismos moleculares que subyacen al aprendizaje (Nakajima y Tang, 2005).

Silva y sus colaboradores estuvieron entre los primeros en usar este método para estudiar el aprendizaje, para lo cual crearon ratones genéticamente modificados con déficit específicos en la forma, en la manera en que aprenden y recuerdan (Silva y Giese, 1998). Los primeros estudios abordaron este problema manipulando una proteína conocida como CaMKII. Una forma en que puede fortalecerse una sinapsis es permitir la entrada de calcio (Ca^{++}) a la célula. Ca^{++} es una partícula con carga eléctrica que en condiciones normales tiene una concentración más alta fuera de la neurona que en su interior. Cuando el receptor NMDA permite la entrada de Ca^{++} a

la neurona (figura 11.15), éste activa al CaMKII que mejora la eficacia sináptica mediante la activación de los receptores AMPA que intervienen en la señal neuronal. Silva creó ratones que carecían del gen que subyace a la producción de CaMKII dentro del hipocampo. A partir de otros estudios Silva sabía que el hipocampo juega un papel fundamental en el aprendizaje sobre relaciones espaciales. Razonó que si CaMKII es crucial para aprender, entonces los ratones manipulados por carecer de ese gen tendrían dificultades para recordar la ubicación de una plataforma oculta en el laberinto de agua de Morris. Eso fue justamente lo que sucedió, proporcionando un vínculo entre el aprendizaje y la producción de una proteína particular.

Un problema de los estudios con ratones modificados es el que su desarrollo puede no ser normal. Cuando falta un gen, pueden participar otros mecanismos bioquímicos que ayuden al organismo a compensar esta deficiencia. Esto podría dar lugar a un cerebro que difiera en varios sentidos de un cerebro normal. El ambiente neural anormal puede dificultar la interpretación de las consecuencias de la manipulación genética. Los neurocientíficos están resolviendo el problema mediante la creación de ratones en que pueda controlarse experimentalmente la expresión de un gen. Una aplicación interesante de esta tecnología involucra la creación de un ratón transgénico que en lugar de carecer de un gen (una eliminación) tiene un gen adicional que fabrica una nueva proteína.

En un ejemplo, se diseñaron ratones que elaboraban una versión mutada del CaMKII que no funcionaba de manera adecuada. Esos ratones no exhibían una PLP normal y mostraban un aprendizaje deficiente en el laberinto de agua

(continúa)

RECUADRO 11.2 (continuación)

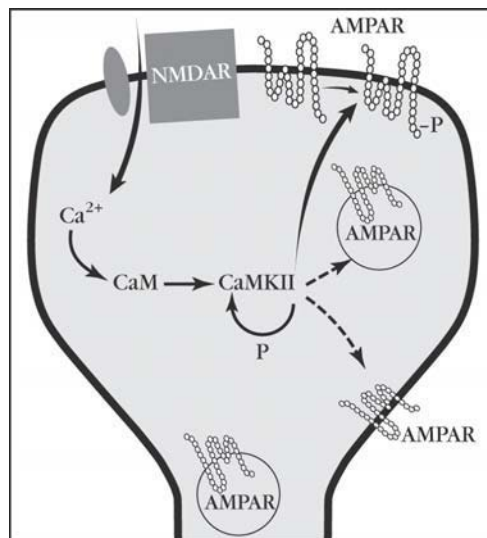


FIGURA 11.15

Mecanismos moleculares que subyacen a la potenciación a largo plazo. El receptor NMDA permite la entrada de Ca^{2+} a la célula, lo cual activa a la enzima CaMKII. Esta enzima desempeña un papel crucial en el fortalecimiento de la respuesta sináptica. Lo que logra, en parte, mediante la activación de receptores silentes AMPA. (Adaptado de Malenka y Nicoll, 1999.)

de Morris (Mayford, Bach, Huang, Wang, Hawkins y Kandel, 1996). La expresión del gen agregado en esos ratones se controló por medio de un interruptor molecular. Este interruptor, que fue agregado por los investigadores, era controlado por una nueva sustancia química (doxiciclina). Para desactivar el interruptor y detener la producción de la CaMKII mutante, todo lo que tenían que hacer los investigadores era añadir algo de doxiciclina a la dieta de los ratones. Cuando lo hacían, los ratones mostraban de nuevo una PLP normal. También recuperaban su capacidad para aprender y recordar ubicaciones espaciales. En la medida que estuviera presente la doxiciclina, sus cerebros funcionaban normalmente. Sólo cuando se eliminaba esta sustancia y se expresaba el gen mutante, se alteraban la potenciación a largo plazo y el aprendizaje.

Todas las manipulaciones genéticas descritas hasta ahora produjeron déficit en la memoria. Los investigadores también están explorando la

posibilidad de que la modificación en la expresión genética pueda mejorar la memoria. Un buen ejemplo lo ofrece un ratón manipulado genéticamente de nombre Doogie, como el niño genio de la televisión, Doogie Howser. Como se vio en el recuadro 11.1, la inducción de la potenciación a largo plazo depende del receptor NMDA. Este receptor está formado por componentes (subunidades), uno de los cuales cambia con el desarrollo. Al inicio del desarrollo los animales tienen una subunidad llamada NR2B, que parece fomentar la inducción de la potenciación a largo plazo. En los adultos, esta subunidad es reemplazada por una forma alternativa (NR2A), que reduce la potenciación a largo plazo. Este cambio de la forma juvenil (NR2B) a la forma adulta (NR2A) podría hacer más difícil para un animal adulto el aprendizaje de nuevas relaciones ambientales. Para explorar esta posibilidad, Tsien y sus colaboradores crearon ratones que en la adultez continuaban produciendo la forma juvenil de la subunidad (NR2B)

(Tang *et al.*, 1999; revisado en Tsien, 2000). Como se esperaba, esos ratones mostraron en la adultez una PLP más fuerte. Los ratones también exhibieron un mejor aprendizaje en una tarea de reconocimiento de objetos y mejor memoria espacial en el laberinto de agua de Morris. En distintas pruebas, los ratones Doogie parecían ser más listos.

Si la forma juvenil del receptor NMDA funciona mejor, ¿por qué debería la naturaleza reemplazarlo con uno que debilita el aprendizaje y la memoria? La respuesta todavía se debate. Es posible que este cambio ayude a proteger algunos recuerdos tempranos que son cruciales para la supervivencia. Por ejemplo, una vez que hemos aprendido las palabras de nuestro idioma, no debería ser fácil desaprender esta información. Al permitir el aprendizaje al inicio del desarrollo, la naturaleza puede abrir una ventana importante, sólo para cerrarla más tarde y ayudar así a proteger lo que se aprendió.

OLVIDO

El olvido es la otra cara de la memoria. Se dice que mostramos **olvido** cuando la memoria falla y no podemos responder de acuerdo con la experiencia y el aprendizaje previo. Sin embargo, como argumentaron Kraemer y Golding (1997), no debe verse al olvido como la simple ausencia del recuerdo. Más bien, debería considerársele como un fenómeno importante por derecho propio (White, 2001). El olvido puede ser adaptativo, ya que incrementa la variabilidad conductual. Si bien dicha variabilidad no es una experiencia grata cuando no se puede recordar algo en un examen, puede ser útil cuando uno se cambia a un nuevo trabajo o se muda a una nueva ciudad y tiene que aprender nuevas habilidades. El olvido también puede disminuir la especificidad contextual del aprendizaje y permitir por ende que la conducta aprendida ocurra en una gama más amplia de situaciones (Riccio, Rabinowitz y Axelrod, 1994).

La experiencia común es que las fallas de memoria se hacen más probables a medida que pasa el tiempo después de un episodio de aprendizaje, aunque no es útil considerar al tiempo como una *causa* del olvido. Tal como se afirma que dijo Piaget, “El tiempo no es una causa, sino un vehículo de las causas”. Y pueden existir diversas causas del olvido. Como hemos descrito, muchas cosas determinan si su desempeño en una prueba de memoria será bueno. Algunas de ellas atañen a la codificación y la adquisición de la información. Otras tienen que ver con el repaso y la retención de la información. Otras más implican a los procesos de recuperación. Las cosas pueden salir mal en cualquier punto del camino. Por consiguiente, las fallas de la memoria (u olvido) pueden ocurrir por diversas razones.

El olvido se ha investigado de manera exhaustiva en el contexto de dos tipos de fenómenos: los efectos de la interferencia y la amnesia retrógrada. En las últimas secciones de este capítulo se describirán esos fenómenos.

Interferencia proactiva y retroactiva

Las fuentes más comunes de los problemas de memoria surgen de la exposición a estímulos destacados antes o después del evento que uno trata de recordar. Por ejemplo, considere el hecho de conocer gente en una fiesta. Si la única persona a quien conoce es Alicia, seguramente no le resultará difícil recordar su nombre, pero si le presentan a varias personas antes y después de conocer a Alicia, le resultará mucho más difícil acordarse de su nombre.

Existen numerosas situaciones, bien documentadas y analizadas, en que el recuerdo de algo es interrumpido por la exposición previa a otra información. En esos casos, la información que interfiere actúa hacia adelante para entorpecer el recuerdo de un evento objetivo futuro. Por consiguiente, se llama **interferencia proactiva** a la obstaculización de la memoria. En otros casos, el recuerdo de algo se ve dificultado por la exposición posterior a una información que compite con dicho recuerdo. En esas situaciones, el estímulo que interfiere actúa hacia atrás para entorpecer el recuerdo de un evento objetivo precedente, de ahí que se conozca como **interferencia retroactiva** a la interrupción de la memoria.

Los mecanismos de la interferencia proactiva y retroactiva han sido investigados de manera minuciosa en estudios sobre la memoria humana (Postman, 1971; Slamecka y Ceraso, 1960; Underwood, 1957), aunque estos fenómenos también se han investigado con varios paradigmas de memoria animal. (Puede encontrar ejemplos de la interferencia proactiva en los trabajos de Grant, 1982, 2000; White,

Parkinson, Brown y Wixted, 2004; y Edhouse y White, 1988a, 1988b; para conocer ejemplos de interferencia retroactiva consulte los trabajos de Escobar y Miller, 2003; Harper y Garry, 2000; y Killeen, 2001. Lewis y Kamil, 2006, presentan un estudio reciente de ambos tipos de interferencia en la memoria de ubicaciones espaciales.)

Amnesia retrógrada

Lamentablemente, una fuente frecuente de problemas de memoria son las lesiones graves en la cabeza. Por ejemplo, las personas que sufren una contusión en un accidente automovilístico muestran pérdida de la memoria. Sin embargo, es probable que la amnesia sea selectiva. Pueden olvidar cómo ocurrió la lesión, qué carro los chocó o si la luz del semáforo estaba en verde o amarillo. Pero continuarán recordando su nombre y su dirección, el lugar en que crecieron y cuál es su postre favorito. Por consiguiente, existe un gradiente de la pérdida de la memoria en que el olvido se limita a los eventos que ocurrieron en un momento cercano al accidente. Este fenómeno se conoce como **amnesia retrógrada** (Russell y Nathan, 1946). Entre más se retroceda a partir del momento de la lesión, mejor es la memoria. (Squire, 2006, presenta una revisión de trabajos publicados sobre amnesia retrógrada en humanos.)

La importancia clínica de la amnesia retrógrada que resulta de lesiones cerebrales sufridas en accidentes de tránsito y en los deportes ha alentado a los investigadores a desarrollar técnicas para el estudio de este fenómeno en animales de laboratorio. Esta investigación ha demostrado que la amnesia retrógrada puede ser producida por diversas alteraciones del sistema nervioso además de las lesiones cerebrales. Otras fuentes de amnesia retrógrada incluyen las descargas electroconvulsivas, la anestesia, el enfriamiento temporal del cuerpo o la inyección de fármacos que inhiben la síntesis de proteínas (consulte las revisiones de McGaugh y Herz, 1972; Spear y Riccio, 1994; Riccio, Millin y Bogart, 2006).

¿A qué se debe que diversos daños neurales produzcan una pérdida graduada de la memoria? La explicación tradicional implica el concepto de **consolidación de la memoria** (McGaugh y Herz, 1972). Según la hipótesis de consolidación de la memoria, cuando se encuentra un estímulo por primera vez, entra en un almacén de memoria temporal o de corto plazo. Mientras está en la memoria de corto plazo, la información es vulnerable y puede perderse por la interferencia de estímulos o por alteraciones neurofisiológicas, pero si se cumplen las condiciones apropiadas, la información se consolida de manera gradual en una forma relativamente permanente.

Se supone que la consolidación de la memoria es un proceso fisiológico por medio del cual la información pasa gradualmente a un estado permanente o de largo plazo. Se cree que las alteraciones neurofisiológicas (como las descargas electroconvulsivas, la anestesia y el enfriamiento del cuerpo) interfieren con el proceso de consolidación y por consecuencia interrumpen la transferencia de la información a la memoria de largo plazo. Se supone que los agentes amnésicos sólo conducen a la pérdida de la memoria de los eventos experimentados recientemente, pues únicamente esos eventos se encuentran en la memoria de corto plazo y por ende son susceptibles a las interrupciones de la consolidación.

Amnesia retrógrada de la extinción

La mayor parte de la investigación sobre la consolidación de la memoria se ha realizado con información aprendida recientemente. Como vimos en el capítulo 9,



D. C. Riccio

la extinción es una forma de nuevo aprendizaje. Si eso es cierto, entonces la extinción también debería ser susceptible a la amnesia retrógrada. Esta predicción fue puesta a prueba por Briggs y Riccio (2007) en un trabajo reciente con un paradigma de condicionamiento de temor en que el agente amnésico era el enfriamiento del cuerpo o hipotermia. Se condicionó a ratas de laboratorio en una caja de vaivén con un compartimento blanco y uno negro separados por una puerta. El condicionamiento se logró en un solo ensayo. Las ratas fueron colocadas en el compartimento blanco y luego se abrió la puerta hacia el compartimento negro. En cuanto las ratas pasaron al compartimento negro, se cerró la puerta detrás de ellas y recibieron dos descargas inescapables. Este único episodio de castigo hizo que las ratas se volvieran renuentes a entrar al compartimento negro de nuevo, y eso se utilizó como medida de condicionamiento.

Al día siguiente del condicionamiento se llevó a cabo la extinción, la cual consistía en poner a las ratas en el compartimento negro durante 12 minutos sin la descarga. Luego del procedimiento de extinción, algunas de las ratas fueron sumergidas en agua fría para reducir considerablemente su temperatura corporal. Este tratamiento de hipotermia se aplicó justo después del tratamiento de extinción (cuando se podía interrumpir la consolidación de la experiencia de extinción) o bien 30 o 60 minutos después de la extinción. Al día siguiente se regresó a las ratas al compartimento blanco para ver cuánto tiempo les llevaba entrar al compartimento negro (que había sido emparejado con la descarga). Si la rata no entraba al compartimento negro, la prueba terminaba después de 600 segundos.

Los resultados del experimento se muestran en la figura 11.16. La primera barra de la figura corresponde a un grupo de ratas que fueron sometidas al procedimiento de condicionamiento pero no al de extinción. Esas ratas pasaron

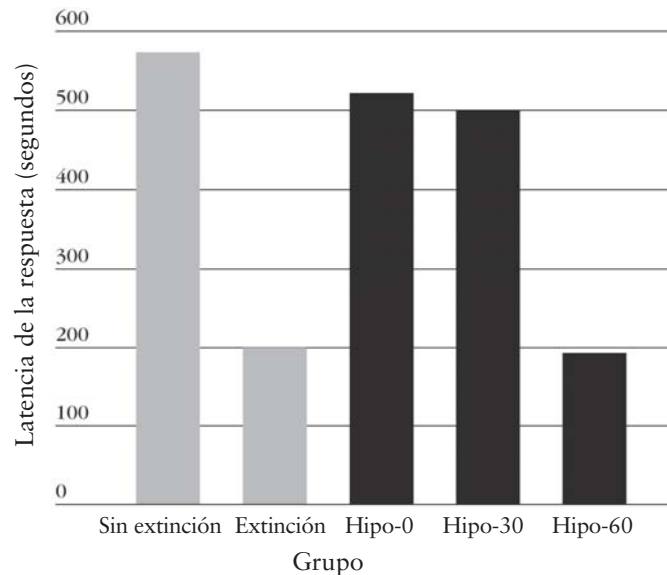


FIGURA 11.16

Tiempo que tardaban las ratas en entrar al compartimento negro de una caja de vaivén después de haber recibido ahí una descarga. El primer grupo sólo fue sometido al condicionamiento de temor. El segundo grupo fue sometido a extinción después del ensayo de condicionamiento. En los grupos Hipo-0, Hipo-30 y Hipo-60 se provocó hipotermia para inducir amnesia 0, 30 o 60 minutos después del procedimiento de extinción. (Basado en Briggs y Riccio, 2007, figura 1, p. 134.)

casi 600 segundos en el lado blanco de la caja de vaivén, lo que indica un miedo intenso al compartimento negro. La segunda barra corresponde a un grupo de ratas sometidas al procedimiento de extinción, pero no al de hipotermia. Estos animales perdieron el miedo al compartimento negro al que entraron después de alrededor de 200 segundos. Las tres siguientes barras corresponden a ratas que recibieron el tratamiento de hipotermia inmediatamente después de la extinción (Hipo-0), o bien 30 o 60 minutos después de la extinción (Hipo-30 e Hipo-60). Observe que las ratas del grupo Hipo-0 se comportaron como si no hubieran pasado nunca por extinción. Les llevó más de 500 segundos entrar al compartimento negro. Se obtuvieron resultados similares con las ratas del grupo Hipo-30. Por consiguiente, esos dos grupos mostraron amnesia retrógrada del tratamiento de extinción, pero cuando la hipotermia se demoró 60 minutos después de la extinción no se produjo el efecto amnésico. Las ratas del grupo Hipo-60 respondieron igual a las ratas del grupo de extinción normal y entraron al compartimento negro en alrededor de 200 segundos.

Falla de la consolidación o falla de la recuperación

Las alteraciones del desempeño causadas por los agentes amnésicos en principio eran explicadas en términos de alteraciones en la consolidación de las memorias. Una importante interpretación alternativa es que los agentes amnésicos ocasionan una falla en la recuperación de la información que se experimentó en un momento cercano al trastorno neurofisiológico (Miller y Matzel, 2006; Miller y Springer, 1973; Riccio y Richardson, 1984). Esta explicación se conoce como *hipótesis de la falla de la recuperación*. La hipótesis supone que un agente amnésico cambia la codificación de las nuevas memorias de forma tal que dificulta la recuperación posterior de la información. Se cree que la información que rodea a un episodio amnésico es adquirida y conservada en la memoria, pero en una forma tal que dificulta el acceso. Esta falla de la recuperación es responsable de la amnesia observada.

¿Qué tipos de evidencia ayudarían a decidir entre la interpretación de la consolidación de la memoria y la de la falla de la recuperación? Si la información se pierde por una falla en la consolidación, no podrá recuperarse nunca. En contraste, la perspectiva de la falla de la recuperación supone que la amnesia puede revertirse si se encuentra el procedimiento adecuado para reactivar la memoria. Por consiguiente, para decidir entre esas alternativas debemos encontrar técnicas que puedan revertir los efectos de los agentes amnésicos. Las claves contextuales de la adquisición y las presentaciones no emparejadas del EI son buenos candidatos potenciales para reactivar la memoria.

Numerosos experimentos han demostrado que los déficit de memoria que caracterizan a la amnesia retrógrada pueden ser superados por medio de tratamientos recordatorios (Gordon, 1981; Riccio y Richardson, 1984; Spear y Riccio, 1994; Urcelay y Miller, 2008). Por ejemplo, considere el experimento descrito antes sobre la amnesia retrógrada de la extinción producida por hipotermia (figura 11.16). Esas ratas recibieron un tratamiento de hipotermia después de extinción. Por consiguiente, su memoria de la extinción pudo haber sido codificada en el contexto de una baja temperatura corporal. De ser eso cierto, entonces el recuerdo de la extinción debería reactivarse si las ratas recibían de nuevo el tratamiento de hipotermia.

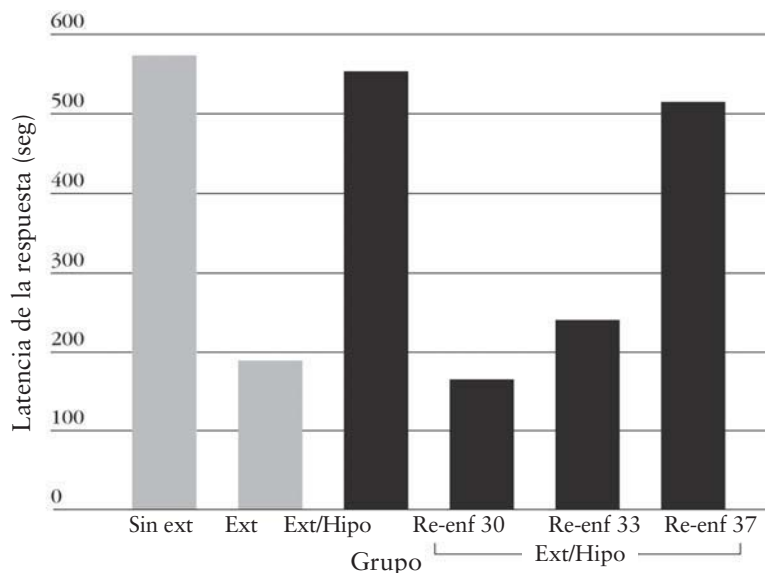


FIGURA 11.17

Tiempo que tardaron las ratas en entrar al compartimento negro de una caja de vaivén después de haber recibido ahí una descarga. El primer grupo sólo recibió condicionamiento. El segundo grupo fue sometido a extinción después del ensayo de condicionamiento. Los grupos restantes recibieron un tratamiento de hipotermia justo después de la extinción y se les probó al siguiente día. El grupo Ext/Hipo fue sometido a prueba sin volver a ser enfriado. Los grupos Re-enf 30, Re-enf 33 y Re-enf 37 fueron enfriados nuevamente antes de la prueba de memoria y se les permitió elevar la temperatura corporal a 30, 33 y 37 grados Celsius para la sesión de prueba. (Basado en Briggs y Riccio, 2007, figura 2, p. 136.)

Briggs y Riccio (2007) repitieron el experimento descrito antes, pero en esta ocasión agregaron tres grupos cuyas temperaturas corporales se hicieron disminuir de nuevo para la prueba de memoria. Los resultados para esos grupos se resumen en la figura 11.17. Recuerde que los sujetos fueron condicionados primero para evitar la entrada al compartimento negro. Luego recibieron una sesión de extinción seguida al día siguiente por una prueba de memoria. Los dos primeros grupos de la figura 11.17 (Sin ext y Ext) fueron sometidos a los mismos procedimientos que experimentaron en el primer experimento sin hipotermia y arrojaron los mismos resultados: el grupo Sin ext mostró gran renuencia a entrar al compartimento negro mientras que el grupo Ext entró con mayor rapidez. Todos los otros grupos recibieron hipotermia justo después del tratamiento de extinción, lo cual debería haber causado amnesia de la extinción. Este fue el resultado en el grupo Ext/Hipo, que se probó el día posterior a la hipotermia con una temperatura corporal normal.

Los siguientes tres grupos de la figura 11.17 recibieron el mismo tratamiento de hipotermia justo antes de la prueba de memoria que se les aplicó después de la extinción, y luego fueron probados en diferentes puntos a medida que sus cuerpos entraban en calor. La temperatura corporal normal de una rata es de 37°C. El primero de los grupos que fueron enfriados de nuevo (Re enf 30) fue sometido a prueba cuando su temperatura corporal era de 30°C, que todavía es bastante fría. Esto reactivó el recuerdo de la extinción y esas ratas entraron más pronto al compartimento negro. Al siguiente grupo (Re enf 33) se le permitió

elevar su temperatura a 33°C después de haber sido enfriado de nuevo y también mostró cierta evidencia de extinción. Al último grupo (Re-enf 37) se le permitió elevar su temperatura corporal al nivel normal (37°C) después de haber sido enfriado de nuevo. Este grupo no mostró evidencia del recuerdo de la extinción.

Esos resultados muestran que la amnesia ocasionada por la hipotermia puede revertirse si se regresa a los sujetos a la temperatura corporal que tenían justo después del procedimiento de extinción. En consecuencia, la hipotermia no interrumpe la consolidación de la memoria de la extinción, sino que dificulta su recuperación cuando la temperatura de la rata es normal. La implicación de este tipo de experimento es la posibilidad de restablecer el recuerdo de los detalles de un accidente automovilístico mediante la recreación de muchos de los elementos del accidente.

Reconsolidación

El interés por la hipótesis de la consolidación ha sido reavivado por experimentos que muestran que cuando una memoria bien establecida se reactiva, ésta se vuelve inestable y es de nuevo susceptible a alteraciones provocadas por agentes amnésicos justo como las memorias recién aprendidas (Nadel, Schafe y LeDoux, 2000). Esos resultados dan lugar a la posibilidad de que las memorias tengan que ser reconsolidadas después de cada ocasión en que son activadas (recuadro 9.1). De ser así, eso permitiría que las memorias de largo plazo estuvieran expuestas a todo tipo de modificaciones.

En la última década, la **reconsolidación** ha sido tema de muchas investigaciones tanto a nivel de la conducta como a nivel de los mecanismos sinápticos y celulares (Dudai, 2004) y ha dado lugar a un considerable debate (Nader y Wang, 2006; Riccio, Millin y Bogart, 2006). Una pregunta importante es si los mecanismos neurobiológicos responsables de la reconsolidación son similares a los mecanismos de la consolidación original. La respuesta a esa pregunta parece ser *sí* y *no*. Existen algunas semejanzas en los mecanismos neurobiológicos de la reconsolidación y de la consolidación original, pero también hay diferencias (Miller y Sweatt, 2006). Otro problema importante es si las fallas de memoria que se observan en los experimentos de reconsolidación representan fallas de la consolidación o fallas en la recuperación. Es poco probable que esos problemas se resuelvan pronto. Sin embargo, el debate ha elevado el nivel de complejidad de los modelos de memoria.

En lugar de considerar que la consolidación es un proceso unitario, los investigadores han reconocido algunos tipos distintos de consolidación (Dudai, 2004) que operan en diferentes escalas temporales. Algunos operan en una escala temporal muy corta (del orden de segundos o minutos) mientras que otros operan a lo largo de un periodo mucho mayor, del orden de horas e incluso días. Por ejemplo, Miller y Matzel (2006) sugirieron que la consolidación que opera en el orden de milisegundos involucra cambios sinápticos en neuronas que no son susceptibles a la alteración provocada por agentes amnésicos. En contraste, la consolidación que ocurre a lo largo de periodos mayores involucra circuitos y redes neuronales que preparan a la memoria para el recuerdo. Se supone que los tratamientos recordatorios que producen recuperación de la amnesia retrógrada operan por medio de esos circuitos neuronales.

COMENTARIOS FINALES

El estudio de los procesos de memoria es fundamental para comprender la cognición comparada. Los procesos de memoria involucran (1) adquisición y codificación de la información, (2) repaso y retención y (3) recuperación. Las dificultades en cualquiera de esas fases, o los problemas que involucran interacciones entre ellas, pueden tener como resultado fallas de memoria u olvido. En los últimos 40 años se han desarrollado varias técnicas ingeniosas para el estudio de los procesos de memoria en animales. Esas técnicas nos han dicho mucho acerca de los procesos de codificación, repaso y recuperación de la información. A su vez, esta información nos ha permitido entender mejor las fallas de la memoria que ocurren en los paradigmas de interferencia y en la amnesia retrógrada.

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Compare la memoria de trabajo y la memoria de referencia.
2. Describa el procedimiento de igualación demorada a la muestra y las estrategias alternativas que pueden usarse para responder con precisión en dicho procedimiento. ¿Cómo pueden distinguirse experimentalmente esas estrategias de respuesta?
3. Defina las tareas y los mecanismos de aprendizaje espacial que se han utilizado para explicar el desempeño eficiente en esta situación.
4. Detalle la manera en que pueden diferenciarse experimentalmente la codificación retrospectiva y la codificación prospectiva.
5. Relate el fenómeno de olvido dirigido y lo que nos dice acerca de los procesos de memoria.
6. Refiera las explicaciones de la amnesia retrógrada en términos de consolidación de la memoria y de la falla en la recuperación. Describa también el tipo de evidencia que puede usarse a favor de una u otra hipótesis.

TÉRMINOS CLAVE

adquisición Etapa inicial del aprendizaje.

amnesia Pérdida de la memoria. (Véase también *amnesia retrógrada*.)

amnesia retrógrada Gradiente de pérdida de memoria que se remonta en el tiempo a partir de que se sufrió una lesión o alteración fisiológica importante. La amnesia es mayor para los eventos que tuvieron lugar cerca del momento de la lesión y es menor para los eventos experimentados antes.

claves de recuperación Estímulos relacionados con una experiencia que facilitan el recuerdo de otra información relacionada con esa experiencia.

codificación del estímulo La manera en que un estímulo se representa en la memoria.

codificación prospectiva Memoria de un evento o respuesta futura esperada.

codificación retrospectiva Memoria de un evento o respuesta experimentados previamente. Se conoce también como *retrospección*.

cognición comparada Constructos y modelos teóricos que se usan para explicar aspectos de la conducta que no es fácil describir en términos de mecanismos E-R o reflejos simples. Esos mecanismos no suponen conciencia o intencionalidad.

consolidación de la memoria Establecimiento de una memoria en forma relativamente permanente, o la transferencia de la información de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo.

- etología cognoscitiva** Rama de la etología que asume la posibilidad de inferir conciencia e intencionalidad a partir de la complejidad, flexibilidad e inteligencia de ciertas formas de conducta.
- falla de recuperación** Déficit en la recuperación de la información de un almacén de memoria.
- hipótesis del decaimiento de la huella** Idea teórica de que la exposición a un estímulo produce cambios en el sistema nervioso que disminuyen de manera gradual y automática después que ha terminado el estímulo.
- interferencia proactiva** Alteración de la memoria ocasionada por la exposición a estímulos antes del evento que debe ser recordado.
- interferencia retroactiva** Alteración de la memoria ocasionada por la exposición a estímulos posteriores al evento que debe ser recordado.
- intervalo de retención** Tiempo entre la adquisición de la información y una prueba del recuerdo de dicha información.
- memoria** Término usado para describir los casos en que la conducta actual de un organismo es determinada por algún aspecto de su experiencia previa.
- memoria de referencia** Retención a largo plazo de la información antecedente que se necesita para el uso exitoso de la información entrante y adquirida recientemente. (Compare con la *memoria de trabajo*.)
- memoria de trabajo** Retención temporal de la información necesaria para responder con éxito en la tarea en curso, pero no en tareas similares posteriores (o previas). (Compare con *memoria de referencia*.)
- memoria episódica** Memoria para un evento o episodio específico que incluye información acerca de lo que ocurrió, cuándo y dónde tuvo lugar, a diferencia de la memoria para hechos generales o formas de hacer las cosas.
- memoria procedimental** Memoria para las habilidades conductuales y cognoscitivas aprendidas que se realizan de manera automática, sin el requisito del control consciente, que a menudo reflejan conocimiento acerca de relaciones constantes en el ambiente, como la contigüidad EC-EI (condicionamiento clásico) o la contigüidad respuesta-reforzador (condicionamiento instrumental).
- olvido** Incapacidad para recordar información adquirida previamente.
- olvido dirigido** Olvido que ocurre debido a un estímulo (una señal de olvido) que indica que la memoria de trabajo no será probada en ese ensayo. El olvido dirigido es un ejemplo del control de la memoria por el estímulo.
- procedimiento de ensayo único** Procedimiento de igualación a la muestra en que se usan diferentes estímulos de muestra y de comparación en cada ensayo.
- procedimiento de igualación demorada a la muestra** Procedimiento en que se refuerza a los participantes por responder ante un estímulo de prueba que es igual al estímulo de muestra que se presentó tiempo antes.
- prospección** Lo mismo que *codificación prospectiva*.
- reconsolidación** El proceso de estabilizar o consolidar una memoria reactivada. Se supone que la alteración de esta reconsolidación da lugar a una modificación u olvido de la memoria original.
- recuperación** Recobrar la información de un almacén de memoria.
- repaso** Mantener la información en estado activo, disponible para influir en la conducta y/o en el procesamiento de otra información.
- retrospección** Lo mismo que *codificación retrospectiva*.

Cognición comparada II: temas especiales

Almacenamiento y recuperación de la comida

Memoria espacial en el almacenamiento y recuperación de la comida
Memoria episódica en el almacenamiento y recuperación de la comida

Estimación temporal

Técnicas para estudiar el control temporal de la conducta
Propiedades de la conducta controlada temporalmente
Modelos de estimación temporal

Aprendizaje de relaciones seriales

Posibles bases de las listas seriales de conducta
Pruebas con subconjuntos después del entrenamiento con la presentación simultánea de los estímulos

Categorización y aprendizaje de conceptos

Aprendizaje de conceptos perceptuales
Aprendizaje de conceptos de nivel superior
Aprendizaje de conceptos abstractos

Uso de herramientas en animales no humanos

Aprendizaje del lenguaje en animales no humanos

Primeros intentos en el entrenamiento del lenguaje
Procedimientos para el entrenamiento del lenguaje
Evidencia de “gramática” en los grandes simios

PREGUNTAS DE ESTUDIO

TÉRMINOS CLAVE

SINOPSIS DEL CAPÍTULO

Este capítulo, final, explora diversas áreas en la investigación contemporánea de la cognición comparada. En cada una de esas áreas es importante considerar los mecanismos básicos de condicionamiento antes de aceptar interpretaciones cognoscitivas más complejas de la conducta. Empezamos con la investigación sobre la notable capacidad de algunas especies de aves para recuperar comida que almacenaron previamente en diversos lugares. Los estudios sobre el almacenamiento de comida son una fuente importante de información acerca de la memoria espacial y la memoria episódica en especies no humanas. Luego pasamos al estudio de la forma en la cual la conducta puede organizarse en el tiempo, una característica omnipresente del ambiente, y de la manera con que los organismos aprenden acerca del orden serial de los estímulos, que es un requisito para las habilidades numéricas. En seguida se describe la investigación sobre la categorización y el aprendizaje de conceptos en especies no humanas. Esta importante área de investigación va de los estudios sobre los conceptos perceptuales a los estudios de conceptos abstractos y de nivel superior, todos los cuales se requieren para el lenguaje. La siguiente sección describe la investigación sobre el uso de herramientas, y hace énfasis en los estudios recientes sobre el uso de herramientas en cuervos de Nueva Caledonia. El capítulo concluye con lo que puede ser la más compleja de las conductas cognoscitivas, el lenguaje. Como veremos, el lenguaje es en realidad un conjunto de habilidades cognoscitivas, algunas de las cuales pueden apreciarse claramente en varias especies no humanas.

No todos los aspectos de la conducta que se analizan en este capítulo son un reflejo de mecanismos subyacentes comunes, tampoco participan todos en la solución de un problema conductual común o de un reto a la sobrevivencia; pero todos implican áreas importantes de la investigación contemporánea sobre la cognición animal que han suscitado gran interés. Hasta hace poco, se consideraba que los procesos cognoscitivos involucrados en esos fenómenos eran una característica ante todo de la conducta humana. Además, cada una de esas áreas de investigación ha dado lugar a gran controversia.

Las polémicas se han enfocado en la necesidad de postular procesos cognoscitivos complejos para explicar las diversas conductas observadas. Quienes se oponen a las interpretaciones cognoscitivas argumentan que los fenómenos podrían ser explicados por los principios tradicionales del aprendizaje. En cambio, los defensores de las interpretaciones cognoscitivas sostienen que los mecanismos cognoscitivos ofrecen explicaciones más simples de esos fenómenos y son más eficientes en la estimulación de nuevas investigaciones. El trabajo en esta área ha corroborado ampliamente esta última justificación. Sin una perspectiva cognoscitiva muchas de las investigaciones que se describen en este capítulo no habrían sido realizadas y muchos de los fenómenos jamás habrían sido descubiertos.

ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LA COMIDA

Empezamos la revisión de la cognición compleja con la investigación sobre el almacenamiento y recuperación de la comida. Varias especies de aves y mamíferos almacenan comida en diversos lugares en los momentos de abundancia y posteriormente visitan esos lugares para recuperar los alimentos almacenados (De Kort *et al.*, 2006; Kamil y Gould, 2008; Sherry, 1985). El cascanueces de Clark (*Nucifraga columbiana*) (Balda y Turek, 1984; Kamil y Balda, 1990) ofrece un ejemplo notable de la recuperación de comida almacenada. Esas aves viven en las áreas montañosas de la región occidental de Estados Unidos y recolectan semillas de las coníferas al final del verano y el inicio del otoño. Ocultan las semillas en lugares subterráneos y las recuperan meses más tarde en el invierno y la primavera, cuando escasean otras fuentes de comida. Un cascanueces puede almacenar hasta 33 000 semillas en grupos de cuatro o cinco semillas por escondite y recuperar varios miles de ellas en el siguiente invierno.

La conducta de almacenamiento varía considerablemente entre especies, así como dentro de diferentes poblaciones de la misma especie y se relaciona con factores ecológicos. Por ejemplo, Pravosudov y Clayton (2002) compararon el almacenamiento y recuperación de comida en dos poblaciones de carboneros de capucha negra (*Poecile atricapilla*), una que vive en Colorado y otra que habita en Alaska. Si bien el invierno es severo en ambos lugares, el clima de Alaska es más crudo. Se llevó al laboratorio a carboneros de ambas poblaciones y se les probó en condiciones similares. Los carboneros de Alaska almacenaron más piezas de comida y mostraron más eficiencia en su recuperación. También se desempeñaron mejor en una tarea de memoria espacial no relacionada con el almacenamiento, pero no superaron a los carboneros de Colorado en una tarea de aprendizaje no espacial.

El almacenamiento y la recuperación de comida implican factores distintos. Primero, es necesario decidir qué piezas de comida almacenar. No es útil almacenar alimentos perecederos a menos que se vayan a recuperar pronto. Los alimentos no perecederos no tienen que recuperarse con tanta rapidez. También deben tomar decisiones para seleccionar dónde almacenar la comida, ya que la ubicación tiene que recordarse en el momento de la recuperación. El almacenamiento involucra, además, un componente social: almacenar comida sólo es útil si el sujeto, y no su rival, consigue comerse lo que se almacenó. En la decisión de almacenar o no hacerlo influye la presencia de un observador que pudiera robar la comida (Dally, Emery y Clayton, 2006). La ubicación del escondite elegido también depende de qué tan fácil resulte encontrarlo para los competidores. En el momento de la recuperación surgen problemas similares. Se tiene que decidir dónde buscar la comida almacenada, si se debe hacerlo en presencia de un competidor, qué alimentos recuperar primero y si se debe comer o volver a almacenar lo que se recuperó. Dadas las diferencias entre especies que existen en la conducta de almacenamiento de la comida y la complejidad de los procesos implicados en el almacenamiento y recuperación, es posible examinar muchos tipos diferentes de preguntas usando este sistema de conducta. Por consiguiente, el almacenamiento y recuperación de comida se ha convertido en una rica fuente de información acerca de la cognición comparada (De Kort *et al.*, 2006; Kamil y Gould, 2008).

Memoria espacial en el almacenamiento y recuperación de la comida

Los estudios realizados en el laboratorio sobre la recuperación de alijos por lo general se diseñan de modo que puedan aislarse una o dos variables para permitir un examen detallado de la forma en la cual éstas contribuyen al almacenamiento y recuperación de comida. Numerosos estudios se han enfocado en preguntas relacionadas con la memoria y el aprendizaje espacial involucrados (Kamil y Gould, 2008). Las ideas teóricas y los controles experimentales que se requieren para estudiar la memoria espacial en el almacenamiento y recuperación de la comida son similares a los que se revisaron en el capítulo 11 para otras formas de memoria espacial. Antes de aceptar la conclusión de que está involucrada la memoria de ubicaciones espaciales específicas, es necesario descartar otras posibilidades: una posibilidad es que los pájaros encuentren los alijos buscando al azar entre posibles escondites. Otra es que almacenen comida sólo en determinados tipos de ubicaciones y que luego recorran esos lugares preferidos para recuperar las piezas de comida sin recordar específicamente que la pusieron ahí. También pueden marcar de algún modo los sitios en los que almacenan comida y luego buscar esas marcas cuando llegue el momento de recuperar el alimento. Otra posibilidad es la de olfatear o ver la comida almacenada e identificar de ese modo los escondites.

Para descartar las interpretaciones que no implican a la memoria se han necesitado experimentos de laboratorio cuidadosamente controlados (Kamil y Balda, 1990; Sherry, 1984; Sherry, Krebs y Cowie, 1981; Shettleworth y Krebs, 1986). Por ejemplo, en uno de esos estudios de laboratorio, Kamil y Balda (1985) probaron a cascanueces en una habitación que contenía 180 oquedades llenas de arena en el piso (panel izquierdo de la figura 12.1). Después que se habituaron a la situación experimental y mientras estaban hambrientos, los pájaros recibieron tres sesiones en las que podían almacenar piñones en las oquedades llenas de arena. En cada sesión de almacenamiento sólo disponían de 18 oquedades ya que las restantes estaban cubiertas con tapas. Este procedimiento obligó a las aves a

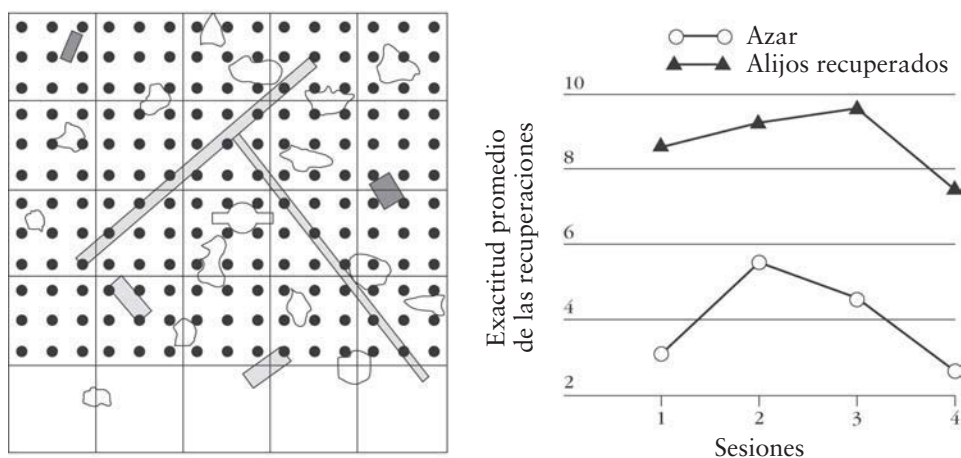


FIGURA 12.1

Panel izquierdo: plano del piso del aparato usado por Kamil y Balda (1985) para probar la memoria espacial de los cascanueces de Clark. Los círculos oscuros representan las oquedades llenas de arena. Los otros símbolos representan rocas, troncos y un comedero en el medio. Panel derecho: precisión de la recuperación comparada con el azar durante cuatro sesiones sucesivas de recuperación que empezaron 10 días después que las aves almacenaron las semillas. (Kamil y Balda, 1985.)

almacenar la comida en oquedades seleccionadas por el experimentador y no en huecos o ubicaciones que resultaran especialmente atractivas para los pájaros.

Diez días después que los cascanueces almacenaron las semillas se llevaron a cabo cuatro sesiones de recuperación en días sucesivos. Durante las sesiones de recuperación, ninguna de las 180 oquedades llenas de arena se cubrió con una tapa, pero las semillas sólo se localizaban en los huecos en que los pájaros las habían almacenado antes. Los resultados se resumen en el lado derecho de la figura 12.1. Observe que, en promedio, el desempeño de las aves al dirigirse a las oquedades donde habían almacenado la comida fue mucho mejor de lo que se esperaría por azar. Las ubicaciones correctas no podían identificarse buscando marcas en la arena, pues los investigadores la rastrillaban al inicio de cada sesión de recuperación. Otras pruebas demostraron que las ubicaciones correctas no fueron identificadas por el olor de las semillas enterradas en la arena, ya que los pájaros acudieron a lugares en los que habían almacenado antes la comida, incluso si ésta había sido retirada antes de la sesión de prueba. Esos estudios de control indican que la recuperación de los alijos refleja memoria espacial. En otros experimentos, Balda y Kamil (1992) encontraron que la memoria de los cascanueces para la ubicación espacial de la comida almacenada dura hasta 285 días (el intervalo de retención más largo que se haya probado).

Memoria episódica en el almacenamiento y recuperación de la comida

En los años recientes, el paradigma de almacenamiento y recuperación de la comida ha atraído gran atención como paradigma para el estudio de la memoria episódica en especies no humanas (Clayton, Bussey y Dickinson, 2003; Salwiczek, Dickinson y Clayton, 2008). La **memoria episódica** es la memoria para eventos o episodios específicos a diferencia de la memoria para hechos generales o formas de hacer las cosas. Muchos de nosotros podemos recordar cuando pasamos al podio durante la graduación o cuando asistimos a la boda de un amigo. También tenemos recuerdos de episodios más comunes, como la vez que conocimos al compañero de cuarto en el dormitorio de la universidad o la primera cita que tuvimos con alguien. Las memorias episódicas son ricas en detalles. Se puede recordar *qué* sucedió, *dónde* sucedió y *cuándo* sucedió. Es como revivir la experiencia pasada pero con la conciencia de que fue en el pasado y de que uno la está recordando. Este es el componente fenomenológico de la memoria episódica.

El estudio de la memoria episódica en animales ha sido alentado por las afirmaciones de que esa memoria es un rasgo exclusivamente humano (Tulving, 1983). Empezando por Darwin, la afirmación de que algo es exclusivo de los seres humanos ha sido una *llamada a las armas* para los científicos que estudian la cognición comparada, o por lo menos una llamada a examinar la afirmación de experimentos ingeniosos con especies no humanas. Es poco probable que los científicos encuentren alguna vez formas de establecer que las especies no humanas experimentan los componentes fenomenológicos de la memoria episódica (la sensación de recordar). Sin embargo, la ciencia puede establecer si las especies no humanas muestran las otras características de la memoria episódica. ¿Cuáles son esas otras características?

Clayton, Bussey y Dickinson (2003) argumentan que la memoria episódica en las especies no humanas debe tener cierto *contenido*. En concreto, la memoria tie-



Cortesía de N. S. Clayton

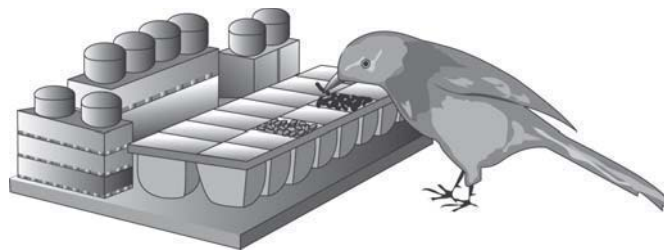
N. S. Clayton

**A. Dickinson**

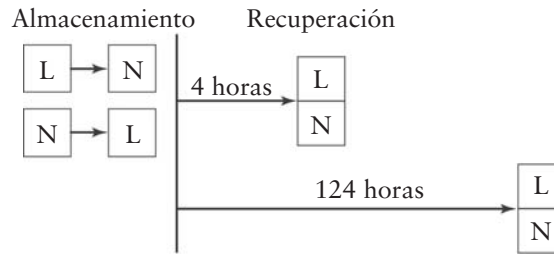
ne que incluir información acerca de *qué* sucedió, *cuándo* sucedió y *dónde* sucedió. Además, la información del qué, cuándo y dónde tiene que estar *integrada* en una representación coherente más que en piezas independientes de información. Por último, esta representación integrada del episodio pasado debe estar disponible para un *uso flexible* al enfrentar nuevos problemas. Dada la complejidad de esos temas, no sorprende que existan debates acerca de los criterios para la memoria episódica, así como respecto a si alguna de las evidencias disponibles cumple satisfactoriamente esos criterios (Roberts, 2002; Zentall, 2005). Por lo tanto, los estudios que emplean el paradigma de almacenamiento y recuperación de comida ofrecen algunas de las mejores evidencias de que se dispone hasta ahora sobre la memoria episódica en especies no humanas (Salwiczek, Dickinson y Clayton, 2008). (Para conocer estudios relacionados, hechos con ratas y monos rhesus, revise los trabajos de Babb y Crystal, 2006; y de Hampton, Hampstead y Murray, 2005.)

El arrendajo común es una especie ideal para estudiar cuestiones relacionadas con la memoria episódica, pues almacena alimentos tanto perecederos como no perecederos, participa todo el año en la conducta de almacenamiento y es fácil hacerlo realizar esas actividades en el laboratorio. ¿Cómo podrían aprovecharse esas características para estudiar la memoria episódica? Si se almacenaran varias piezas diferentes de comida en diversos lugares, ¿por qué preocuparse por saber qué tipo de comida se almacenó dónde? Si todos los alimentos resultaran igualmente aceptables, no habría razón para seguir la pista de dónde se almacenaron comidas específicas; pero si se prefiriese una de las comidas sobre otras, entonces resultaría útil conocer la ubicación de cada tipo de alimento, ya que así se podrían recuperar primero los que se prefieren. Por consiguiente, si se manipula el sabor de la comida es posible examinar la memoria de *qué* se almacenó *dónde*. Si la comida es perecedera se vuelve importante recordar *cuándo* se almacenó, ya que si ha transcurrido mucho tiempo no valdría la pena recuperar esos alimentos, pues no estarán en buen estado.

El arrendajo común prefiere comer lombrices a comer nueces. No obstante, las lombrices son perecederas y se echan a perder si son almacenadas por mucho tiempo. Clayton y Dickinson (1999) primero dieron a los arrendajos ensayos de práctica en que se les permitía almacenar gusanos y nueces en los compartimentos de una bandeja de cubos de hielo (figura 12.2). Se utilizaba una bandeja diferente para cada tipo de comida. Las bandejas se hicieron distintivas colocando diferentes objetos alrededor de ella. Para permitir el ocultamiento de

**FIGURA 12.2**

Almacenamiento de comida por un arrendajo común. Las piezas de comida fueron almacenadas en los compartimentos de una bandeja para cubos de hielo llena de arena. Se utilizó una bandeja para almacenar gusanos y la otra para ocultar nueces. Para hacerlas distintivas, cada bandeja se ubicó cerca de un conjunto inconfundible de Legos.

**FIGURA 12.3**

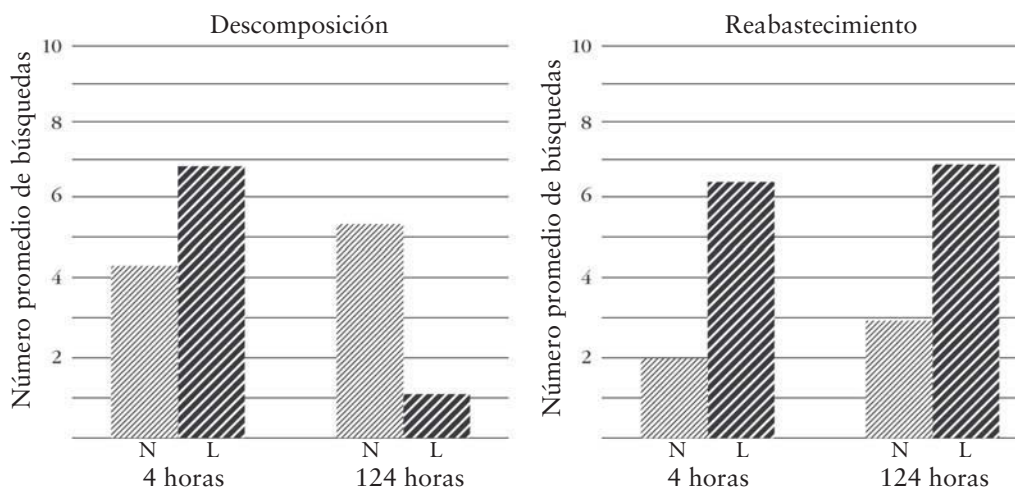
Procedimiento usado para entrenar a los arrendajos comunes a recordar qué, dónde y cuándo almacenaron lombrices y nueces. (Clayton y Dickinson, 1999.)

los alimentos, se llenaron con arena los compartimentos de cada bandeja. Cada ensayo constaba de dos episodios de almacenamiento (uno para las nueces y otro para las lombrices, en un orden contrabalanceado). Luego se llevó a cabo un periodo de recuperación de cuatro horas o 124 más tarde con las dos bandejas disponibles (figura 12.3). En los ensayos de entrenamiento con el intervalo de retención de cuatro horas, ninguno de los alimentos se había descompuesto en el momento de la recuperación o el momento en que ocurría la prueba de elección. En contraste, en los ensayos con el intervalo de retención de 124 horas las lombrices se habían descompuesto para el momento de la recuperación.

A medida que avanzaba el entrenamiento, los pájaros aprendieron a elegir las lombrices durante el periodo de recuperación si ésta estaba programada para ocurrir cuatro horas después del almacenamiento. Si la recuperación ocurría 124 horas después del almacenamiento, las aves elegían las nueces, aunque esta conducta pudo haber sido facilitada por la vista o el olor de los alijos de nueces o de gusanos en el periodo de recuperación. Para impedir que la respuesta se basara en señales visuales u olfativas, en los ensayos de prueba realizados al final del experimento se puso arena fresca en las bandejas y se retiró toda la comida. Los resultados de esos ensayos de prueba se muestran en la figura 12.4. En el panel izquierdo se presentan los datos que indican que los arrendajos aprendían que las lombrices se echan a perder si se almacenan durante 124 horas (este fue el grupo de *descomposición*). Como era de esperar, esas aves buscaban más en la bandeja de las lombrices que en la de las nueces si la prueba de elección ocurría cuatro horas después de almacenar las lombrices. En contraste, buscaban más en la bandeja de las nueces que en la de las lombrices si éstas habían sido almacenadas 124 horas antes.

El panel derecho muestra los resultados de un segundo grupo de arrendajos (de *reabastecimiento*) cuya historia de entrenamiento fue diferente. Para el grupo de reabastecimiento, siempre se proporcionaron lombrices frescas en los periodos de recuperación o elección durante el entrenamiento. Por consiguiente, esos pájaros no tuvieron la oportunidad de aprender que las lombrices se descomponen con el tiempo. En congruencia con esa historia de entrenamiento, el grupo de *reabastecimiento* mostró preferencia por las lombrices independientemente de que éstas hubieran sido almacenadas cuatro o 124 horas antes del periodo de recuperación o elección.

Los arrendajos comunes en el estudio de Clayton y Dickinson no habrían podido regresar a los compartimentos en que habían almacenado la comida si no recordaran *dónde* la habían almacenado. El hecho de que los pájaros distinguían entre los sitios en que habían depositado las lombrices y las nueces indica que re-

**FIGURA 12.4**

Búsqueda de lombrices o de nueces en arrendajos comunes que habían aprendido previamente que las lombrices se descomponen con el tiempo (grupo de *descomposición*, panel izquierdo) y arrendajos para los cuales se reabastecían siempre las lombrices (grupo de *reabastecimiento*, panel derecho). Las pruebas de elección se realizaron cuatro horas o 124 después del almacenamiento de las lombrices. (Clayton y Dickinson, 1999.)

cordaban *qué* tipo de comida había sido almacenada en cada lugar. El hecho de que el grupo de *descomposición* cambiaba su elección dependiendo de cuánto tiempo antes se habían almacenado las lombrices indica que también recordaban *cuándo* almacenaron el alimento. Por consiguiente, esos resultados indican que los arrendajos son capaces de recordar *qué, dónde y cuándo* almacenaron piezas de alimentos particulares.

Algunos han argumentado que la pérdida de la preferencia por las lombrices almacenadas luego del intervalo de retención de 124 horas en el grupo de *descomposición* refleja el decaimiento del recuerdo de las lombrices más que el conocimiento de *cuándo* tuvo lugar el almacenamiento. Para responder a esta crítica de Kort, Dickinson y Clayton (2005) llevaron a cabo un experimento en que la calidad de las lombrices mejoraba como función del tiempo. Esto es análogo al hecho de que la fruta madura sabe mejor con intervalos de retención largos. En este experimento los arrendajos recibieron ensayos de entrenamiento que involucraban el almacenamiento de lombrices y de nueces, seguido de la oportunidad de recuperación después de cuatro o 28 horas. La calidad de las nueces permaneció igual sin importar el intervalo de retención, pero los experimentadores colocaban mejores lombrices en los sitios de almacenamiento en el intervalo de retención de 28 horas que en el intervalo de cuatro horas. En esas circunstancias, los arrendajos preferían las nueces en el intervalo de retención corto y las lombrices en el intervalo más largo. (Para conocer otros estudios sobre la estructura y flexibilidad de la memoria de los episodios de almacenamiento consulte el trabajo de Salwiczek, Dickinson y Clayton, 2008.)

Los estudios con aves que almacenan comida han proporcionado mucha información acerca de características parecidas a la memoria episódica en especies no humanas. Es poco probable que todos esos resultados reflejen especializaciones del sistema de almacenamiento y recuperación de la comida, aun cuando queda por ver la medida en que pueda demostrarse que otras especies recuerden, de

una manera integrada y flexible, el qué, cuándo y dónde de un evento pasado. También podemos anticipar la continuación del acalorado debate sobre la medida en que las características parecidas a la memoria episódica que se observan en especies no humanas son las mismas que se ven en la memoria episódica humana.

ESTIMACIÓN TEMPORAL

La recuperación de alijos es un tipo de conducta altamente especializada exhibida por un número limitado de especies. El tema que revisamos a continuación, la estimación temporal, tiene relevancia universal. Todo sucede en el tiempo. Algunos eventos ocurren muy cerca uno del otro; otros son separados por intervalos más largos. En cualquier caso, los efectos de los estímulos son determinados por sus duraciones y su distribución en el tiempo.

En otras partes de esta obra revisamos muchos aspectos del condicionamiento y el aprendizaje que reflejan la ubicación temporal de los eventos. La habituación, la sensibilización y la recuperación espontánea de la habituación (capítulo 2) son efectos que dependen del tiempo. El condicionamiento pavloviano depende en gran medida de la relación temporal entre los estímulos condicionado e incondicionado (capítulo 3), el condicionamiento instrumental depende de la relación temporal entre la respuesta y el reforzador (capítulo 5), y algunos programas de reforzamiento implican factores temporales importantes (capítulo 6). Los efectos que dependen del tiempo también son importantes en la extinción (capítulo 9), la evitación y el castigo (capítulo 10) y en la memoria (capítulo 11).

En los pasados 35 años, los mecanismos conductuales y cognoscitivos responsables del control temporal de la conducta han sido tema de una rigurosa investigación empírica y un acalorado debate teórico (Church, 2006; Crystal, 2006; Josefowicz y Staddon, 2008; Lejeune y Wearden, 2006; Meck, 2003). Los investigadores están dedicados al estudio de los circuitos neurales que participan en la estimación temporal y también a la forma en que los sistemas neurotransmisores y los agentes farmacológicos influyen en el control temporal de la conducta (Buhusi y Meck, 2005; Meck, 2003; Odum, Lieving y Schaal, 2002).

Los intervalos que son importantes para los sistemas biológicos varían mucho en escala. El ciclo día-noche de 24 horas es uno de los ciclos temporales más importantes para los sistemas biológicos. Otros intervalos importantes operan en el orden de fracciones de segundo (por ejemplo, los distintos componentes del latido cardíaco). En los procedimientos de condicionamiento son importantes intervalos en el rango de segundos (y en ocasiones de minutos). Este tipo de estimación temporal, conocida como *estimación de intervalos*, ha acaparado la atención de los investigadores del aprendizaje. (Para fines de comparación, revise el estudio de Pizzo y Crystal, 2007, sobre el aprendizaje en ratas de la estimación de un intervalo de dos días.)

Un requisito metodológico fundamental en los estudios de estimación temporal es asegurarse de que el paso del tiempo no se correlaciona con algún estímulo externo, como el tic tac de un reloj o el aumento gradual en la luz del día que ocurre durante el amanecer. Las situaciones experimentales tienen que prepararse con cuidado para eliminar la presencia de estímulos externos relacionados con el tiempo que inadvertidamente pudieran informar al organismo y permitir una respuesta exacta sin el uso de un proceso interno de estimación temporal. Este requisito metodológico es similar al que encontramos en las pruebas para la memoria.

Como en el caso de las pruebas de memoria, las pruebas de estimación temporal tienen que diseñarse de modo que se asegure que la conducta es mediada por los procesos cognoscitivos internos de interés y no por claves o señales externas.

Técnicas para estudiar el control temporal de la conducta

Se han desarrollado varias técnicas eficaces para investigar la estimación temporal en animales humanos y no humanos. Algunas tareas involucran la **estimación de la duración**, la cual consiste básicamente en un procedimiento de discriminación en que el estímulo discriminativo es la duración de un evento. Por ejemplo, en un estudio (Fetterman, 1995) se empleó un procedimiento modificado de igualación a la muestra en el cual se entrenó a palomas en una cámara experimental que contenía tres teclas dispuestas en una hilera. El estímulo de muestra al inicio del ensayo era una luz ámbar que se presentaba en la tecla central durante dos o 10 segundos. La muestra era seguida por la iluminación de una tecla lateral con una luz roja y de la otra tecla lateral con una luz verde. Si la muestra era breve (el estímulo de dos segundos) se reforzaban los picotazos en la tecla roja. Si la muestra era larga (el estímulo de 10 segundos), se reforzaban los picotazos en la tecla verde. Palomas, ratas y seres humanos pueden aprender a desempeñarse con precisión en esas tareas sin demasiada dificultad. Una vez que la discriminación temporal está bien establecida, es posible examinar los límites de la discriminación probando a los sujetos con muestras cuyas duraciones son más similares que las duraciones del entrenamiento (Church, Getty y Lerner, 1976; Ferrara, Lejeune y Wearden, 1997; Wasserman, DeLong y Larew, 1984).

Otra técnica importante para el estudio de la estimación temporal, el **procedimiento pico**, implica la producción de la duración en lugar de su estimación. Cada ensayo empieza con la presentación de un estímulo discriminativo, un ruido o una luz. Después de un intervalo especificado, una bolita de comida está lista o preparada para su entrega. Una vez que la bolita de comida está lista, el sujeto puede obtenerla realizando una respuesta instrumental especificada. Por consiguiente, el procedimiento pico es una variación de ensayo discreto de un programa de intervalo fijo. (Los programas de intervalo fijo se revisaron en el capítulo 6.)

Un estudio de Roberts (1981) hace una buena ilustración del uso del procedimiento de pico para investigar la estimación temporal en ratas de laboratorio. Los sujetos fueron probados en una cámara estándar con palanca que se alojó en un recinto a prueba de sonido para minimizar los estímulos extraños. Algunos ensayos empezaban con la luz y otros con el ruido. En presencia de la luz la comida estaba lista después de 20 segundos; en presencia del ruido la comida estaba disponible después de 40 segundos. La mayoría de los ensayos terminaban cuando las ratas respondían y obtenían la bolita de comida. No obstante, algunos de los ensayos fueron diseñados como ensayos de prueba que continuaban por 80 segundos o más y terminaban sin la recompensa alimenticia. Esos ensayos más largos fueron incluidos para ver cómo respondían los sujetos después que había pasado el tiempo usual del reforzamiento.

La figura 12.5 muestra los resultados del experimento en términos de las tasas de respuesta en diversos puntos durante los ensayos de prueba. La figura también muestra que durante la señal de 20 segundos, la tasa más alta de respuesta ocurrió alrededor de los 20 segundos de haber comenzado el ensayo. En contraparte, durante la señal de 40 segundos la tasa más alta de respuesta ocu-

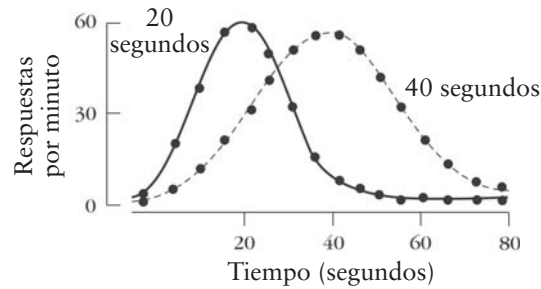


FIGURA 12.5

Tasa de respuesta en diversos momentos durante los ensayos de prueba no reforzados. Durante el entrenamiento, la comida estaba disponible para su entrega después de 20 segundos en presencia de un estímulo (línea continua) y de 40 segundos en presencia de otro estímulo (línea punteada). (Tomado de "Isolation of an Internal Clock", de S. Roberts, 1981, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, pp. 242-268. Derechos reservados © 1981 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

rría alrededor de 40 segundos desde el inicio del ensayo. Los resultados mostraron un orden notable. El pico de las tasas de respuesta ocurría cerca de los momentos en que la comida estaba disponible durante el entrenamiento, pero la tasa era menor antes y después de ese punto. Esas características hacen que el procedimiento de pico resulte especialmente útil en los estudios de la estimación temporal en animales. Sin embargo, debe advertirse que resultados como los que se muestran en la figura 12.5 sólo aparecen después de un entrenamiento prolongado que incluye numerosos ensayos de prueba no reforzados que se extienden más allá del tiempo en que el reforzador suele estar listo.

En los años recientes se ha vuelto popular una variante del procedimiento de pico que implica menos entrenamiento. En este procedimiento se entrega comida gratuita en un comedero en un tiempo fijo (digamos, 40 segundos) después del inicio de cada ensayo. El sujeto aprende este intervalo predecible y a medida que se aproxima el momento de la siguiente entrega de comida revisa el comedero cada vez con mayor frecuencia. El control temporal de la conducta se hace evidente en la frecuencia con que el sujeto mete la cabeza al comedero más que en las presiones de palanca reforzadas con comida (por ejemplo, Kirkpatrick y Church, 2003). Una vez, el pico de la respuesta ocurre más cerca del momento de entrega de la comida.

Propiedades de la conducta controlada temporalmente

En un esfuerzo por entender mejor el control temporal de la conducta se han examinado muchas cuestiones interesantes. Una de ellas atañe a si los organismos responden a los intervalos en términos de sus duraciones absolutas o relativas. Por ejemplo, considere la distinción entre tres y nueve segundos. Si tratamos a los intervalos en términos de sus valores absolutos deberíamos considerar que nueve segundos son seis segundos más largos que tres segundos. En contraste, si tratamos a los intervalos en términos de sus valores relativos, deberíamos considerar que nueve segundos es tres veces mayor que tres segundos. Numerosos estudios han demostrado que los organismos responden a los valores relativos de los intervalos. Por consecuencia, una discriminación entre tres y nueve segundos es equivalente a una discriminación entre nueve y 27 segundos. Las tareas son equivalentes si se conserva el valor relativo de los intervalos. Las unidades de una escala de tiempo

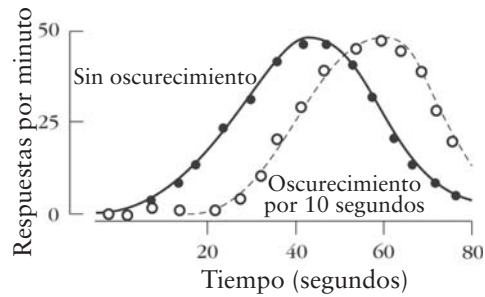


FIGURA 12.6

Tasa de respuesta como función de la duración de una señal en cuya presencia la comida estaba lista después de 40 segundos. En algunos ensayos la señal era interrumpida por un periodo de oscuridad de 10 segundos (línea punteada). En otros ensayos no ocurría el oscurecimiento (línea continua). (Tomado de "Isolation of an Internal Clock", de S. Roberts, 1981 *Journal of Experimental Behavior Processes*, 7, pp. 242-268. Derechos reservados © 1981 por la American Psychological Association. Reproducido con autorización.)

son constantes en la medida que cada unidad sea la misma proporción del intervalo medido. Esta propiedad se denomina **invarianza escalar**. (Para conocer una revisión del tema, consulte el trabajo de Lejeune y Wearden, 2006.)

Consideremos de nuevo los resultados presentados en la figura 12.5. Como mencionamos antes, en presencia de uno de los estímulos la respuesta se reforzó a los 20 segundos de haber comenzado el intervalo, mientras que en presencia del otro estímulo la respuesta se reforzó a los 40 segundos. La invarianza escalar enfatiza la relación proporcional entre los estímulos de 20 y 40 segundos. Como el estímulo más largo duplicaba el valor del más corto, el pico de las respuestas ocurría aproximadamente en el punto que duplicaba la duración del estímulo más largo. Al examinar la figura 12.5 también podrá observar que el ancho de la curva de los 40 segundos también duplicaba aproximadamente el ancho de la curva de 20 segundos. Esa es otra manifestación de la invarianza escalar. La variabilidad en las tasas de respuesta es proporcional al valor del intervalo reforzado.

Otra pregunta que ha suscitado el interés de los investigadores es lo que sucede cuando se interrumpe un intervalo. ¿El proceso de estimación temporal continúa durante la interrupción o también es interrumpido? Roberts (1981) llevó a cabo un experimento para responder a esta pregunta (consulte también el trabajo de Roberts y Church, 1978). La cámara experimental utilizada se mantenía por lo general oscura. Cada ensayo empezaba con la presentación de una luz y 40 segundos después del inicio del ensayo estaba lista la comida. En algunos ensayos especiales, sin el reforzamiento alimenticio, a los 10 segundos de haber empezado el ensayo se apagaba la luz durante 10 segundos. A Roberts le interesaba saber cómo influía la interrupción en el momento en que las ratas mostraban el pico de su respuesta.

La figura 12.6 muestra las distribuciones resultantes de las tasas de respuesta en diversos momentos durante los ensayos con y sin la pausa de 10 segundos. La introducción de dicha pausa cambiaba a la derecha el pico de la tasa de respuesta por un poco más de 10 segundos (13.3 segundos para ser exactos). Esos resultados sugieren que el proceso de estimación temporal se interrumpió cuando se introdujo la pausa. Durante la pausa se perdió alguna información sobre el tiempo transcurrido, pero cuando volvió a encenderse la luz, el proceso de estimación temporal continuó a partir del momento en que se había quedado (Vaca, Brown y Hemmes, 1994). Si la pausa hubiera regresado a cero el proceso de estimación, el pico de la respuesta se habría desplazado a la derecha en 20 segundos en los ensayos con la pausa.

Modelos de estimación temporal

¿Cuáles podrían ser los detalles de un mecanismo que permita que los organismos basen su respuesta en la información temporal? Esta ha sido una de las preguntas teóricas más complejas en la teoría de la conducta. La cuestión ha sido rigurosamente examinada y debatida por más de 30 años, con pocos indicios de solución (Cheng y Crystal, 2008; y Jozefowicz y Staddon, 2008). El tiempo no es una realidad física, es una invención humana que nos ayuda a describir ciertos aspectos de nuestro entorno. No podemos ver un intervalo, sólo podemos ver los eventos que empiezan y terminan el intervalo. Dado que el tiempo en sí es una abstracción conductual, los modelos de la estimación temporal también suelen ser bastante abstractos.



Cortesía de R. M. Church

R. M. Church

Teoría de la expectativa escalar (TEE)

La primera y más influyente explicación de la estimación temporal es un modelo del procesamiento de la información propuesto por Gibbon y Church (1984) conocido como *teoría de la expectativa escalar (TEE)* (Church, 2003). En la figura 12.7 se diagraman diferentes componentes del modelo, pero dicho modelo está planteado en términos matemáticos más que conceptuales e incorpora la propiedad de invarianza escalar. Como muestra la figura 12.7, el modelo considera que la conducta controlada temporalmente es resultado de tres procesos independientes: un proceso de reloj, uno de memoria y otro de decisión.

El proceso del reloj proporciona información sobre la duración del tiempo transcurrido. Un componente esencial de este proceso es el marcapasos que genera pulsos a cierta tasa (algo parecido a los sonidos de un metrónomo). Los pulsos del marcapasos alimentan a un interruptor que se activa al inicio del intervalo que debe ser estimado. La activación del interruptor permite que los pulsos del marcapasos vayan a un acumulador que cuenta el número de pulsos ocurridos. Cuando termina el intervalo que debe estimarse, se cierra el interruptor bloqueando por consecuencia cualquier acumulación posterior de los pulsos del marcapasos. Por consiguiente, el acumulador suma el número de pulsos que ocurrieron durante el intervalo estimado. Entre mayor sea el número de pulsos acumulados,

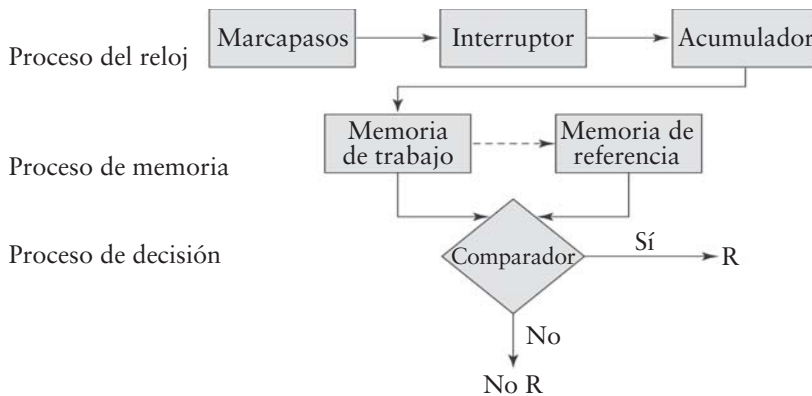


FIGURA 12.7

Diagrama de la teoría de expectativa escalar de la estimación temporal. (Tomado de "Sources of Variance in an Information Processing Theory of Timing" de J. Gibbon y R. M. Church, en H. L. Roitblat, T. G. Bever y H. S. Terrace (editores), 1984, *Animal Cognition*. Derechos reservados © 1984 Lawrence Erlbaum Associates. Reproducido con autorización.)

mayor es el intervalo. El marcapasos/acumulador funciona como un reloj de arena. Cuando el reloj de arena se voltea, las partículas de arena pasan al cuenco inferior y la cantidad de partículas que se acumulan es una medida del tiempo transcurrido.

El número de pulsos acumulados se transmite luego al proceso de memoria, el cual obtiene información acerca de la duración del estímulo actual. Esta información es almacenada en la memoria de trabajo. Se supone que el proceso de la memoria posee información sobre la duración de estímulos similares en la memoria de referencia del entrenamiento pasado. Los contenidos de la memoria de trabajo y la memoria de referencia se comparan luego en el proceso de decisión y esta comparación proporciona la base para la respuesta del individuo. Por ejemplo, en el procedimiento pico, si la información temporal en la memoria de trabajo coincide con la información de la memoria de referencia, concerniente a la disponibilidad del reforzamiento, la decisión es responder. Si la información de la memoria de trabajo y de la memoria de referencia no coincide lo suficiente, la decisión es no responder. Este mecanismo produce una tasa pico de respuesta cercana al momento en que el reforzamiento está disponible.

La teoría de la expectativa escalar ha tenido mucho éxito en la estimulación de la investigación y en la orientación de análisis de los detalles de grano fino de la estimación temporal (Church, Meck y Gibbon, 1994; Gibbon y Church, 1984). El modelo también ha encauzado investigaciones sobre los mecanismos neurales de la estimación temporal (Buhusi y Meck, 2005) y ha sido un peldaño para la teoría de bolsillo que explica con mayor detalle la forma en la cual los mecanismos cognoscitivos de estimación temporal generan patrones específicos de respuesta (Kirkpatrick, 2002; Kirkpatrick y Church, 2003, aun cuando la teoría no ha estado exenta de críticas y continúan los esfuerzos por plantear alternativas. Algunas de esas alternativas enfatizan los mecanismos conductuales que evitan los complejos procesos cognoscitivos de la teoría de la expectativa escalar (procesos de reloj, memoria y decisión). Otros se esfuerzan por modelar la conducta de estimación temporal sin usar los mecanismos del marcapasos y el acumulador. Los investigadores están examinando si el control temporal de la conducta requiere de un marcapasos o si puede ser resultado del uso de osciladores o procesos de decaimiento biológico o de crecimiento que no requieren la acumulación de pulsos.

Teoría conductual de la estimación temporal

Una alternativa importante al modelo del procesamiento de la información de Gibbon y Church fue propuesta por Killeen y Fetterman (1988, 1993; Killeen, Fetterman y Bizo, 1997; Machado, 1997, y Machado y Pata, 2005), quienes describieron el proceso de estimación temporal en términos más conductuales. Esta teoría conductual de la estimación temporal (TCET) sigue al modelo de Gibbon y Church en el planteamiento de la existencia de un marcapasos. No obstante, el papel del marcapasos en la teoría conductual es muy diferente, dicha teoría hace también una descripción muy diferente de los procesos de memoria y de decisión (Machado, 1997).

La teoría conductual de la estimación temporal se basa en la observación de que en las situaciones en que la base principal para la entrega de un reforzador es el paso del tiempo surgen conductas sistemáticas relacionadas con el tiempo. Esas actividades son similares a lo que hace la gente cuando camina de un lado a otro o tamborilea con los dedos en los periodos en que se ve obligada a esperar. En las



Cortesía de P. R. Killeen

P. R. Killeen

situaciones experimentales se denomina a esas actividades **conductas adjuntivas**, pues no se requieren específicamente para pasar el tiempo sino que surgen automáticamente cuando se obliga a los organismos a esperar por algo importante.

En las situaciones en que se presenta comida periódicamente en intervalos predecibles, digamos cada 15 segundos, se hacen evidentes ejemplos claros de conducta adjuntiva. Como se describió en el capítulo 5 (vea la exposición del *experimento de superstición de Skinner* en las páginas 170-174), el sistema de alimentación (y sus respuestas acompañantes de forrajeo) se activa en animales privados de comida que reciben pequeñas porciones de alimento a intervalos fijos. En esas circunstancias, la conducta refleja actividades de forrajeo y alimentación preorganizadas y específicas de la especie (Silva y Timberlake, 1998; Timberlake, 2000). Las conductas observadas difieren dependiendo del momento en que se entregó la conducta por última vez y del momento en que se va a entregar de nuevo. Justo después de la entrega de la comida, se espera que el organismo muestre respuestas de *búsqueda focal posterior a la comida*, las cuales implican actividades cerca del comedero. A mitad del intervalo entre las entregas de comida (cuando es menos probable que los sujetos reciban alimento) se presentan respuestas de *búsqueda general* que alejan al sujeto del comedero. A medida que se aproxima la siguiente entrega del alimento los sujetos muestran *búsqueda focal previa a la comida* que los regresa al comedero.

La teoría conductual de la estimación temporal concentra la atención en los estados conductuales sucesivos que son activados por las presentaciones periódicas de la comida. Ya que aparecen respuestas diferentes en distintos intervalos de un periodo de espera obligada, esas respuestas contrastantes pueden usarse para conocer el tiempo. Se supone que las respuestas adjuntivas sucesivas reflejan un marcapasos o proceso de reloj. De acuerdo con la teoría conductual de la estimación temporal, los participantes en un experimento de estimación temporal aprenden a utilizar sus respuestas adjuntivas como estímulos discriminativos de las respuestas de estimación temporal requeridas experimentalmente. Por consiguiente, se supone que en lugar de leer un reloj interno los participantes “observan” su conducta adjuntiva para conocer el tiempo.

Otro modelo conductual de la estimación temporal (Dragoi *et al.*, 2003) se basa también en el hecho de que ocurren diferentes respuestas en distintos momentos, dependiendo de la probabilidad de obtener comida, pero no emplea un mecanismo de marcapasos o acumulador. De acuerdo con esta teoría, la conducta organizada temporalmente surge de la modulación de respuestas que compiten por la memoria del reforzamiento reciente y el nivel general de activación relacionado con la tasa de reforzamiento.

Osciladores en lugar de marcapasos

Otro importante enfoque alternativo a la teoría de la expectativa escalar está basado en la idea de que la conducta organizada temporalmente es mediada no por marcapasos sino por osciladores (Crystal, 2006; Cheng y Crystal, 2008). Un oscilador se parece más a un péndulo que a un reloj de arena; fluctúa a lo largo de una secuencia predecible de eventos, una y otra vez. Pasa por ciclos repetidos que tienen un periodo fijo. Diferentes puntos temporales se asocian con diferentes puntos en el ciclo. Los osciladores pueden operar sobre una escala temporal larga, como las rotaciones de la Tierra alrededor de su eje, que



Cortesía de J. D. Crystal

J. D. Crystal

tienen una periodicidad de 24 horas, o la trayectoria de ésta alrededor del Sol, que tiene una periodicidad de un año. Los osciladores también pueden operar sobre una escala temporal corta, como el rebote de un peso sobre un resorte, que puede tener una periodicidad del orden de un segundo o menos.

La mayor parte de las especies muestran variaciones diarias en la actividad y la temperatura corporal, conocidas como ritmos circadianos. Los seres humanos somos diurnos y nuestra actividad es mayor durante el día que en la noche. En contrapunto, las ratas son nocturnas y se muestran más activas en la noche que en el día. Esos ritmos circadianos han sido explicados usando el concepto de un oscilador que tiene la periodicidad aproximada de un día. La evidencia a favor de dicho oscilador es proporcionada por resultados que muestran que los ritmos circadianos de actividad y temperatura corporal persisten incluso si se pone a los individuos en un ambiente de iluminación constante. Mediante el uso de esta estrategia, Crystal y Barmidze (2007) demostraron recientemente que la periodicidad de las entradas al comedero generada por la entrega de comida a intervalos fijos (cada 48 segundos) persiste después que la comida deja de proporcionarse. Dichos resultados no son anticipados por la teoría de expectativa escalar y sugieren que la estimación de intervalos cortos se base, al menos en parte, en el arrastre de un oscilador endógeno autosostenido. Esto da lugar a la posibilidad de proponer teorías de la estimación temporal que proporcionen una explicación integrada de la estimación temporal a lo largo de una amplia variedad de intervalos (Cheng y Crystal, 2008).

APRENDIZAJE DE RELACIONES SERIALES

El tiempo es una característica que está presente en todos los eventos del ambiente; el orden serial es otra. Los estímulos rara vez ocurren de manera azarosa o independiente uno del otro. Más bien, varios aspectos del entorno involucran secuencias ordenadas de eventos. Una cosa lleva a la siguiente de una forma predecible. Los estímulos están organizados en secuencias ordenadas cuando caminamos del extremo de una calle a la siguiente, cuando tratamos de abrir un paquete o cuando cenamos, del aperitivo al postre. El orden de los estímulos también es muy importante en el lenguaje. “Los cazadores se comieron al oso” es muy distinto de “El oso se comió a los cazadores”. También es importante cuando marcamos números telefónicos, cuando tecleamos el número confidencial en un cajero automático o cuando usamos un teclado para enviar mensajes de texto. Los investigadores de la cognición comparada están interesados en sa-

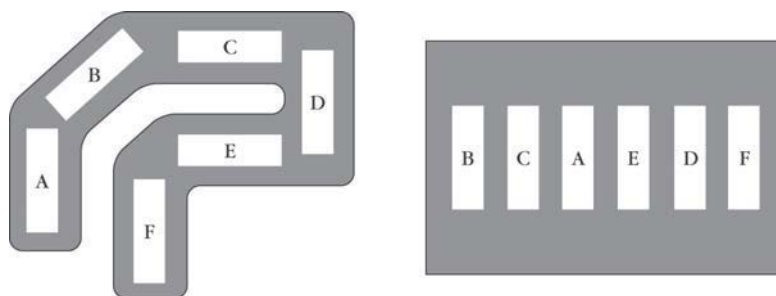


FIGURA 12.8

Dos distribuciones posibles de un campo de golf en miniatura de seis hoyos. A la izquierda se muestra una disposición secuenciada y a la derecha una distribución simultánea.

ber si los animales pueden aprender el orden de una serie de estímulos, la manera en que se forman representaciones del orden serial y la forma en que usan esas representaciones para enfrentar nuevas situaciones.

Posibles bases de las listas seriales de conducta

Existen diversas formas posibles de responder a una serie de estímulos. A manera de ejemplo, imagine que juega en un campo de golf en miniatura de seis hoyos, como el representado por el panel de la izquierda de la figura 12.8. Cada hoyo involucra un conjunto único de estímulos y puede ser representado por las letras A, B, C, D, E y F. Cada hoyo requiere también una respuesta única, una sola forma en que debe golpearse la pelota para que ésta entre al hoyo. Llamemos a las respuestas R1, R2... R6. Al jugar la partida tiene que avanzar en orden del primero al último hoyo, A-F. Además, tiene que emitir la respuesta correcta en cada hoyo, R1 en el hoyo A, R2 en el hoyo B y así sucesivamente.

¿Cómo podría aprender a jugar con éxito la partida? La forma más simple sería aprender qué respuesta corresponde a qué estímulo. En presencia de A realizaría R1 de manera automática, lo cual lo llevaría al estímulo B; en presencia de B ejecutaría de manera automática R2, lo cual lo llevaría a C, y así sucesivamente. Esto implicaría el aprendizaje de un conjunto de asociaciones estímulo-respuesta, A-R1, B-R2... F-R6. Dicho mecanismo se conoce como **cadena de respuestas**. En dicha cadena, cada respuesta produce el estímulo para la siguiente respuesta de la secuencia, y las respuestas correctas ocurren, pues el organismo ha aprendido una serie de asociaciones E-R.

Aunque una cadena de respuestas puede tener como resultado que se responda de manera apropiada a una serie de estímulos, en realidad no requiere que se aprenda la secuencia de estímulos o que se forme una representación mental del orden en que ocurren los estímulos o las respuestas. Las cadenas de respuestas no necesitan mecanismos cognoscitivos más complejos que las asociaciones E-R. Una estrategia basada en la cadena de respuestas funciona perfectamente en el campo usual de golf en miniatura, pues los hoyos sucesivos están distribuidos de forma que uno se ve obligado a pasar por ellos en la secuencia correcta, de la A a la F.

Consideremos ahora un campo con una distribución distinta, como la que se muestra en el panel derecho de la figura 12.8. Las reglas son las mismas: tenemos que jugar en orden de la A a la F, aun cuando la distribución de este campo no nos obliga a avanzar en orden de la A a la F. Por ejemplo, después de haber jugado el hoyo A, nuestro siguiente movimiento no estaría restringido al hoyo B, ya que podríamos continuar con cualquiera de los hoyos. Por lo tanto, para ganar puntos tendríamos que jugar en B luego de terminar en A, y seguir luego con C, después con D, etcétera. Aprender una serie de asociaciones E-R (A-R1, B-R2, etcétera) no sería suficiente para tener éxito en este campo. Incluso si alguien nos obligara a empezar por A, después de jugar el hoyo A no sabríamos dónde continuar, ya que enfrentaríamos todas las posibilidades y no sólo el hoyo B.

¿Qué tendríamos que aprender para responder en la secuencia correcta con una presentación simultánea de los estímulos? En esta ocasión nos veríamos obligados a aprender algo acerca del orden de los estímulos. Podríamos arreglárnoslas conociendo el orden de pares sucesivos de estímulos. Podríamos aprender que A es seguido de B, B es seguido de C y así sucesivamente. Eso sería un conjunto de asociaciones E-E independientes (A-B, B-C, C-D, etcétera). Este tipo de

mecanismo se conoce como **aprendizaje de pares asociados**. Una vez que conocemos los pares asociados correctos, sabemos que después de jugar el hoyo A debemos seguir con B; que después de jugar B debemos continuar con C, y así sucesivamente hasta completar la partida.

Obviamente, aprender algo más que el solo orden de pares sucesivos de estímulos también nos permitiría realizar la tarea con precisión. En el extremo, podríamos formarnos una representación mental de toda la secuencia, A-B-C-D-E-F, una alternativa que se conoce como **aprendizaje de representaciones seriales**. Una representación serial puede formarse de diferentes maneras. Una posibilidad es enlazar una serie de pares asociados, de forma que A active la representación de B, que a su vez activa la representación de C y así sucesivamente (Treichler, Raghanti y Van Tilburg, 2003, 2007). Una alternativa sería aprender la posición ordinal particular de cada estímulo. Esto implicaría aprender que el estímulo A está en la posición 1, B en la posición 2 y así sucesivamente.

¿Cómo podríamos decidir entre los posibles mecanismos de la conducta vinculada con las relaciones seriales? Una técnica especialmente eficaz implica que después del entrenamiento se presenten ensayos de prueba cuidadosamente diseñados. Regresando a la distribución simultánea del campo de golf en miniatura (el panel derecho de la figura 12.8), considere que después de haber aprendido a responder a toda la secuencia A-F en el orden correcto, recibe la tarea de elegir entre los hoyos C y E. En una elección entre C y E, ¿qué hoyo jugaría primero? Si hubiera aprendido una representación de toda la secuencia de estímulos, no le sería difícil responder, pues habría aprendido que en la secuencia C ocurre antes que E. Otros mecanismos posibles producirían errores. Por ejemplo, si hubiera aprendido una cadena de respuestas en que una respuesta conduce al siguiente estímulo, estaría en problemas, ya que en una elección entre C y E no está disponible la respuesta que precede a C. También estaría en dificultades si sólo hubiera aprendido el orden de pares sucesivos de estímulos porque C y E no forman un par sucesivo.

Pruebas con subconjuntos después del entrenamiento con la presentación simultánea de los estímulos

Se han desarrollado diferentes técnicas para el estudio del aprendizaje de representaciones seriales en animales (2006). Straub y Terrace (1981) introdujeron el procedimiento de cadena simultánea que consiste en presentar al mismo tiempo un conjunto de estímulos con el requisito de que los sujetos respondan ante ellos en un orden determinado. Después que los sujetos aprendieron la tarea, se les prueba con subconjuntos de estímulos para establecer qué es lo que controla su desempeño. Aunque esta técnica en principio se desarrolló para emplearse con palomas, ha sido adaptada para emplearse también con otras especies como monos (D'Amato y Colombo, 1988; Terrace, 2006), lémures de cola anillada, que se separaron de otros primates hace 63 millones de años (Merritt *et al.*, 2007) y estudiantes universitarios (Colombo y Frost, 2001). El aprendizaje y representación del orden serial resulta ser notablemente similar entre las especies.

En un esfuerzo por comparar específicamente el desempeño de estudiantes universitarios con el desempeño de monos en un procedimiento de cadena simultánea, Colombo y Frost (2001) basaron el diseño de su procedimiento en los estudios previos con monos cébidos de D'Amato y Colombo (1988). Los participantes en la investigación tenían que aprender una secuencia de cinco estímulos, los cua-



Cortesía de S. B. Fountain

S. B. Fountain



Cortesía de M. Colombo

M. Colombo

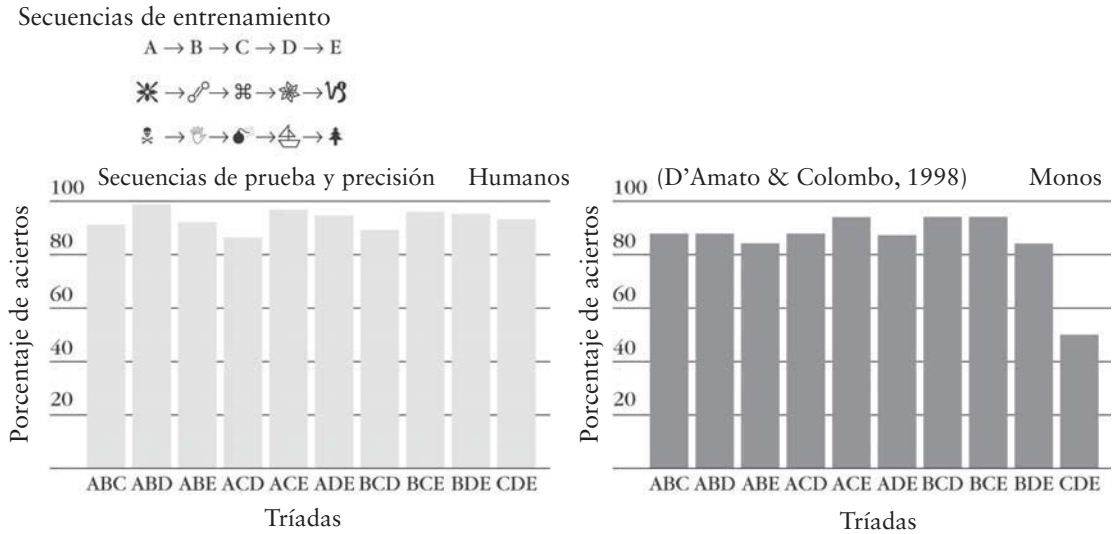


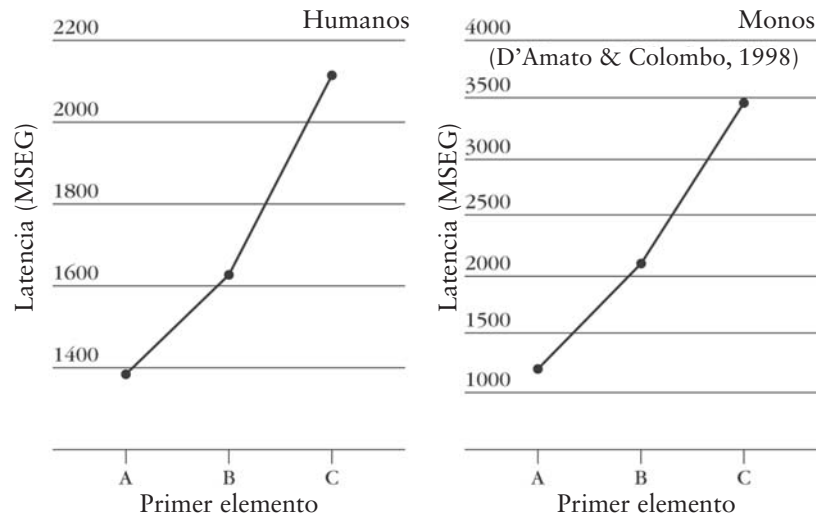
FIGURA 12.9

Ejemplos de estímulos usados en el entrenamiento de estudiantes universitarios para responder a una cadena simultánea de cinco elementos y datos obtenidos con los estudiantes y monos cébidos con subconjuntos de tres estímulos. La respuesta al azar habría resultado en alrededor de 10% de respuestas correctas. (Tomado de "Representation of serial order in humans: A comparison to the findings with monkeys (*Cebus apella*), de M. Colombo y N. Frost, 2001. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 262-269.)

les eran iconos presentados en una pantalla táctil. Los iconos eran figurativos o abstractos, pero eso no influía en los resultados (figura 12.9). Los cinco iconos se presentaban al mismo tiempo al inicio del ensayo, pero los participantes tenían que presionarlos en un orden establecido ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$). La posición de cada icono en la pantalla cambiaba al azar de un ensayo a otro. Por consiguiente, los sujetos no podían desempeñar la tarea aprendiendo una secuencia de posiciones espaciales. La tarea era como si los números de su teléfono hubieran sido reemplazados por dibujos y como si la posición de cada dibujo cambiara cuando marcara un nuevo número telefónico. El resultado indica que tanto los estudiantes como los monos pueden aprender esta tarea con entrenamiento suficiente.

La siguiente pregunta es: ¿cómo representan los estudiantes y los monos el orden de los estímulos que aprendieron? Para responderla, los investigadores por lo general examinan la manera con la cual los sujetos responden a subconjuntos de estímulos. Después del entrenamiento con el conjunto de cinco elementos, Colombo y Frost (2001) probaron a los sujetos con subconjuntos que constaban de sólo dos o tres elementos. Por ejemplo, considere un subconjunto que conste de los elementos B, D y E. Recuerde que los elementos podían aparecer en cualquier posición sobre la pantalla. Si los sujetos se hubieran formado una representación del orden de la serie original de cinco elementos, responderían primero ante B, luego ante D y al final ante E. Eso contaría como una respuesta correcta ante el subconjunto.

La figura 12.9 muestra los resultados de las pruebas con todos los posibles subconjuntos de tres elementos de la tarea de orden serial con cinco elementos. Tanto los universitarios como los monos respondieron con un alto grado de exactitud ante casi todos los subconjuntos, y la respuesta siempre estuvo por arriba del nivel del azar. Esto indica que los sujetos no respondían con base en

**FIGURA 12.10**

Latencia de la respuesta ante el primer elemento de una tríada de prueba, cuando el primer elemento era A, B o C en estudiantes universitarios o monos cébidos. (Tomado de "Representation of serial order in humans: A comparison to the findings with monkeys (*Cebus Apella*)", de M. Colombo y N. Frost, 2001. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 262-269).

una cadena de asociaciones E-R. Estas asociaciones habrían dejado a los sujetos sin saber qué hacer con cualquier subconjunto que no incluyera al estímulo A o en el que faltaran elementos adyacentes.

El análisis de la latencia de la primera respuesta ante los subconjuntos de tres elementos proporcionó evidencia adicional a favor del aprendizaje de una representación del orden serial (figura 12.10). Si el subconjunto de tres elementos incluía al estímulo A, los sujetos respondían con mucha rapidez. La latencia de la primera respuesta aumentaba si la tríada empezaba con B (BCD, BDE o BCE) y las mayores latencias se observaron ante las tríadas que empezaban con C (CDE). ¿A qué se debe que tardaran más en responder si las tríadas empezaban con B o con C? Se supone que cuando los sujetos eran probados con una tríada como BDE, empezaban a repasar mentalmente toda la secuencia (ABCDE) y daban su primera respuesta cuando llegaban a la B. Su primera respuesta se demoraba todavía más cuando eran probados con CDE, ya que les llevaba más tiempo llegar mentalmente a C. Por consiguiente, los datos de la latencia son anticipados por la suposición de que los sujetos se formaron una representación mental de la secuencia de cinco elementos que repasaban cuando eran examinados con los subconjuntos de tres elementos.

Otra línea de evidencia interesante proviene del examen de la latencia de la segunda respuesta a los subconjuntos de tres elementos. Con algunas tríadas el segundo elemento podía ser adyacente al primero, como en ABD y BCD; en otros casos el segundo elemento podía seguir a un elemento faltante, como en ACD y BDE. Por último, el segundo elemento podía seguir a dos elementos faltantes, como en ADE. Si el sujeto repasaba mentalmente la secuencia de cinco elementos, la latencia de su segunda respuesta debería ser mayor entre más grande fuera la cantidad de elementos faltantes. Eso fue exactamente lo que se encontró tanto con los universitarios como con los monos cébidos (figura 12.11), lo que proporcionó evidencia adicional en cuanto a que los sujetos habían aprendido una representación de la serie de cinco elementos.

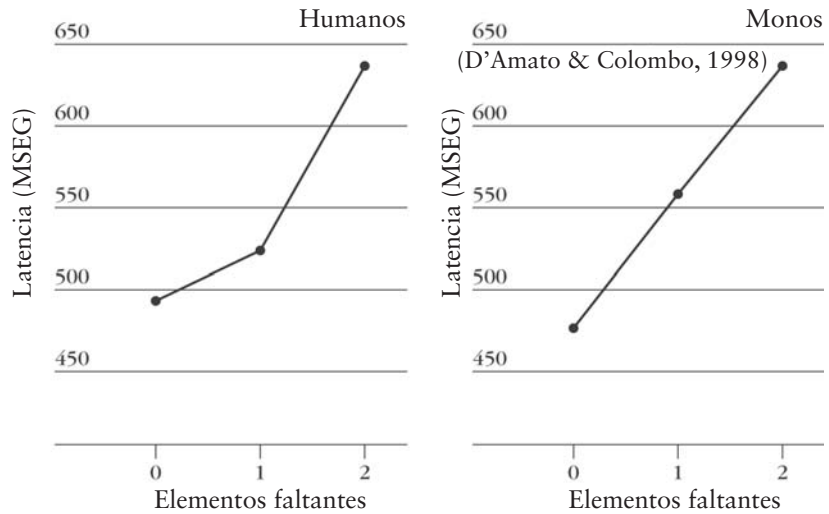


FIGURA 12.11

Latencia de la respuesta al segundo elemento de una prueba con tres elementos en estudiantes universitarios y monos cébidos como función de la cantidad de elementos faltantes entre el primer elemento y el segundo. (Tomado de "Representation of serial order in humans: A comparison to the findings with monkeys (*Cebus Apella*)", de M. Colombo y N. Frost, 2001. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 262-269.)

El procedimiento de cadena simultánea resultó ser una técnica muy adecuada para el estudio de la cognición compleja en organismos no verbales. Por ejemplo, Terrace, Son y Brannon (2003) enseñaron a monos a responder a cuatro cadenas simultáneas de siete elementos, las cuales podrían ser representadas como $A1 \rightarrow A2 \rightarrow A3 \dots \rightarrow A7$, $B1 \rightarrow B2 \rightarrow B3 \dots \rightarrow B7$, $C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \dots \rightarrow C7$ y $D1 \rightarrow D2 \rightarrow D3 \dots \rightarrow D7$. Después que los monos estaban respondiendo con altos niveles de precisión en cada serie de siete elementos, se realizaron pruebas con varios pares de estímulos. Como era de esperar, el desempeño fue bastante preciso cuando los dos estímulos de un par provenían de la misma lista ($A3A5$ o $C2C6$); lo notable es que los monos también respondían con una precisión de alrededor de 90% cuando los dos estímulos de un par de prueba provenían de listas diferentes. Por ejemplo, considere el caso de pares como $A5C6$. En este caso la respuesta correcta sería elegir $A5$ primero y luego $C6$. Para responder de manera correcta en pares de listas cruzadas, los monos tendrían que haber aprendido la posición de cada elemento en cada lista y luego integrar ese conocimiento entre las listas.

El estudio del aprendizaje de relaciones seriales no sólo nos informa sobre el aprendizaje y la memoria de listas de elementos. También está abriendo la oportunidad de estudiar las bases cognoscitivas de la aritmética (Terrace, 2006). El conocimiento aritmético se construye sobre un orden serial abstracto que pone al uno antes del dos, el cual va antes de tres y así sucesivamente. Cuando los monos respondían a un icono específico como el quinto de una serie, en esencia nos estaban diciendo que sabían el orden de los iconos. Esos iconos bien podrían haber sido los números arábigos y los monos habrían estado contando del uno al cinco. La aritmética involucra más que el establecimiento del orden serial de símbolos arbitrarios. Esos símbolos se refieren también a diferentes cantidades. Los investigadores utilizan ahora el procedimiento de cadena simultánea para examinar el aprendizaje del orden serial de los estímulos basado en información cuantitativa (Brannon, Cantlon y Terrace, 2006; Judge, Evans y Vyas, 2005).



Cortesía de Donald A. Dewsbury

H. S. Terrace

CATEGORIZACIÓN Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS

Los organismos experimentan una gran variedad de estímulos durante su vida. De hecho, en el ambiente natural ningún estímulo ocurre dos veces de la misma manera. Por fortuna, no tenemos que responder a los estímulos como si fueran eventos independientes y aislados. El aprendizaje de patrones seriales representa un tipo de aprendizaje de organización cognoscitiva. Una forma todavía más básica de organización cognoscitiva involucra al aprendizaje de conceptos perceptuales. Los estímulos que varían en sus propiedades físicas pueden ser agrupados por medio de la categorización o aprendizaje de conceptos. Por ejemplo, considere su sillón favorito en la sala. Cada vez que lo ve, la entrada sensorial que recibe varía dependiendo de la iluminación de la sala, de si lo ve desde la parte frontal o trasera y de la distancia a la que se encuentre. Otras variaciones provienen de si está viéndolo o si está sentado en él y experimente su firmeza y forma. En lugar de tratar cada visión única del sillón como una entidad separada, formamos una categoría perceptual que incluye todas las distintas visiones y las tratamos como equivalentes en la identificación de un sillón en particular.

El ejemplo anterior muestra una categoría perceptual de nivel básico. La categorización perceptual de nivel básico es esencial para poder orientarnos con eficiencia en nuestro mundo. Nos permite reconocer que nuestro carro es el mismo vehículo sin importar el ángulo desde el que lo vemos o lo sucio que pueda estar. También nos permite reconocer que una persona es la misma sea que la veamos de frente o de lado. Sin embargo, la categorización perceptual es sólo una forma en la cual categorizamos o clasificamos los numerosos estímulos que encontramos. Una silla específica puede categorizarse en una categoría más amplia de sillas de todos tamaños, formas y diseños. Las sillas también pueden categorizarse en un nivel superior de todas las cosas que son muebles o de todas las cosas que son de manufactura humana. Esas categorías de nivel superior son más abstractas e involucran menos semejanza entre los elementos de la categoría. La gente también forma categorías abstractas como *igual* contra *diferente*. Uno de los principales problemas de la cognición comparada ha sido si las especies no humanas también son capaces de mostrar categorización y aprendizaje de conceptos y si son capaces de aprender categorías abstractas que no se basen en la semejanza de los diferentes elementos de la categoría.

Aprendizaje de conceptos perceptuales

Buena parte de la investigación comparativa sobre la categorización ha involucrado demostraciones del aprendizaje de conceptos perceptuales y estudios sobre los mecanismos de dicho aprendizaje (una revisión reciente es la de Lazareva y Wasserman, 2008). ¿Qué constituye una evidencia de que un organismo no verbal aprendió un concepto perceptual? La categorización perceptual representa un equilibrio entre la discriminación y la generalización del estímulo. Usted reconoce que su gato es el mismo animal aunque, estrictamente hablando, la imagen visual que el felino proyecta en su retina es diferente cada vez que lo ve. No obstante, distingue a su gato del gato de su vecino y de su periquito. Como muestra este ejemplo, los conceptos perceptuales tienen dos características importantes que se complementan, *la generalización dentro de una categoría* o conjuntos de estímulos y la *discriminación entre categorías* o conjuntos de estímulos.

Los primeros estudios comparativos sobre el aprendizaje de conceptos perceptuales emplearon procedimientos de discriminación instrumental. Por ejemplo, Herrnstein, Loveland y Cable (1976) utilizaron como estímulos transparencias de diversas escenas en un procedimiento de discriminación con palomas. Si la escena incluía un árbol o parte de un árbol, las palomas eran reforzadas con comida por picotear la tecla. Si la imagen no incluía un árbol o parte del árbol el picoteo no era reforzado. Cada sesión experimental consistía en la presentación de 80 diapositivas, de las cuales, aproximadamente 40 incluían un árbol. Los estímulos para cualesquier sesión dada de entrenamiento se seleccionaban de entre 500 y 700 ilustraciones que describían varias escenas de las cuatro estaciones del año en Nueva Inglaterra. Las palomas aprendieron la tarea sin gran dificultad y su tasa de picoteo era mucho más alta en presencia de las ilustraciones que incluían un árbol o parte de un árbol que en presencia de las imágenes sin árboles.

¿Refleja este desempeño en la discriminación el aprendizaje de un concepto perceptual? Una interpretación alternativa es que las palomas memorizaran el aspecto de las ilustraciones reforzadas y las no reforzadas sin prestar gran atención a la presencia o ausencia de árboles. Aunque parezca poco probable, las palomas son capaces de memorizar más de 800 ilustraciones (Cook *et al.*, 2005; Vaughan y Greene, 1984). Una estrategia común para descartar el papel de la memorización de los estímulos de entrenamiento consiste en probar la transferencia del desempeño a estímulos que no se presentaron durante el entrenamiento. Para ello, Herrnstein y sus colaboradores (1976) presentaron un nuevo conjunto de fotografías al final del experimento. El desempeño de las palomas fue casi tan bueno con las nuevas fotografías como con las que se usaron en el entrenamiento previo. Esa evidencia de *generalización hacia nuevos casos* es fundamental para las demostraciones del aprendizaje de conceptos perceptuales.

El experimento de Herrnstein y sus colaboradores (1976) involucró una discriminación instrumental en la que los sujetos aprendieron a distinguir los estímulos que pertenecían a una categoría particular de los que no pertenecían a dicha categoría. Cuando se enseña a los niños categorías perceptuales, el procedimiento por lo regular implica enseñarles a clasificar los estímulos en varias categorías diferentes al mismo tiempo. En lugar de decirles “esto es un perro y eso no es un perro” se les dice “esto es un perro y eso es un gato”. Es decir, las categorías de gato y perro se enseñan al mismo tiempo. Es posible emplear tácticas similares con las palomas. Por ejemplo, en un estudio la cámara experimental contenía cuatro teclas, cada una asignada a una categoría diferente (Lazareva, Freiburger y Wasserman, 2006). Se presentaron ilustraciones de cuatro categorías diferentes una a la vez (sillas, flores, carros y personas). La paloma era reforzada por picotear la tecla asociada con la categoría de la ilustración presentada en ese ensayo. Mediante el uso de esos procedimientos, las palomas pueden aprender hasta 16 categorías al mismo tiempo.

Se ha investigado mucho sobre el aprendizaje de conceptos perceptuales desde que esta área de indagación fue iniciada hace más de 40 años por Herrnstein y sus colaboradores. En la tradición iniciada por Herrnstein, gran parte de los trabajos se han realizado con palomas que categorizan estímulos visuales complejos, aun cuando también se han probado diversos primates y otras especies y se han examinado diversas categorías de estímulos. Por ejemplo, se ha entrenado a palomas a categorizar la presencia contra la ausencia de agua en diversas formas (lagos, océanos, charcos, etcétera), la presencia o ausencia de una persona particular

(con distintos tipos de ropa, en diversas situaciones y realizando diferentes actividades), fotografías de rostros humanos masculinos o femeninos, o fotografías de palomas individuales tomadas desde diversas perspectivas (Aust y Huber, 2001, 2003; Loidolt *et al.*, 2003; Loidolt *et al.*, 2006; Nakamura, Croft y Westbrook, 2003). Las palomas también pueden categorizar estímulos basados en la velocidad y dirección de su movimiento (Herbranson, Fremouw y Shimp, 2002).

En todos esos casos, los participantes aprendieron a responder de manera similar a estímulos que pertenecían a la categoría en cuestión aunque los miembros de dicha categoría diferían en numerosos aspectos. El aprendizaje de conceptos perceptuales es una forma de aprendizaje de equivalencia de estímulos (consulte el capítulo 8 pp. 286-288). De acuerdo a que la respuesta ante varios ejemplos de la categoría tiene la misma consecuencia reforzante (o una equivalente), estímulos físicamente diferentes llegan a ser tratados de la misma manera (o de manera equivalente) por el sujeto. El entrenamiento de equivalencia de estímulos fomenta la generalización dentro de un conjunto de estímulos (Astley y Wasserman, 1998, 1999).

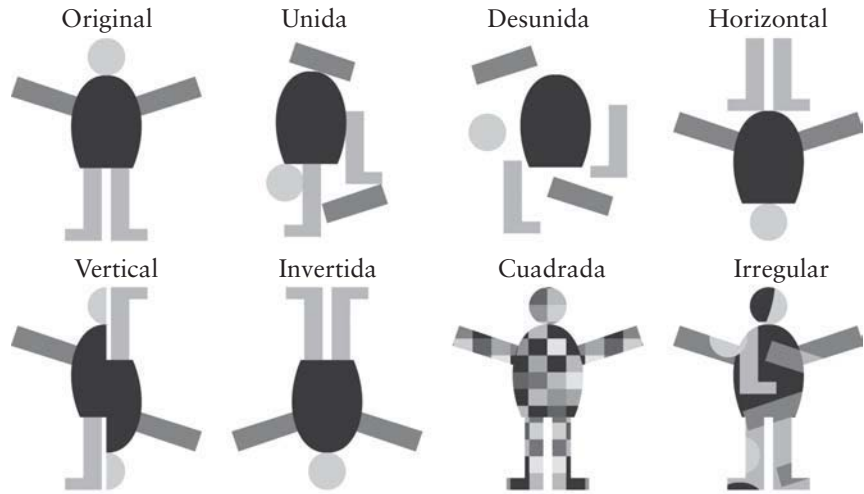
Mecanismos del aprendizaje de conceptos perceptuales

El aprendizaje de conceptos perceptuales es un fenómeno bien establecido. Sin embargo, sigue siendo tema de un acalorado debate la forma en la cual los animales lo consiguen (Lazareva y Wasserman, 2008). El tema es difícil debido a la complejidad de los estímulos involucrados. Las ilustraciones que incluían un árbol o parte de un árbol en el experimento de Herrnstein y sus colaboradores (1976) diferían en muchos aspectos. ¿Qué aspectos de las fotografías de los árboles llevaron a las palomas a clasificarlas de manera diferente a las fotografías que no contenían árboles? ¿Cuál era el elemento crucial, los colores, formas o texturas específicos de las fotografías o la brillantez o nitidez general de las fotografías? Es difícil saberlo a partir del examen de las ilustraciones.

El progreso en la investigación de la categorización se vio obstaculizado por el problema del estímulo durante casi un cuarto de siglo. Sin embargo, este obstáculo finalmente está siendo superado gracias a los avances en el análisis y producción de imágenes por computadora. Los investigadores examinan ahora la categorización perceptual mediante el uso de imágenes naturales y de imágenes artificiales generadas por computadora. Las características de los estímulos se modifican de manera sistemática usando gráficos computarizados para determinar la forma con que una dimensión particular del estímulo contribuye a la categorización perceptual que es observada.

Por ejemplo, Aust y Huber (2003) entrenaron a palomas para discriminar entre fotografías que incluían a una persona, de otras en que no había nadie en la escena. Las fotografías eran de una gran variedad de escenarios y, si incluían a personas, éstas podían ser de cualquier sexo o raza, edad, tamaño y podían aparecer en cualquier lugar de la foto. Después que las palomas aprendieron a categorizar los estímulos en función de si incluían (o no) a una persona, fueron probadas con fotografías especialmente modificadas en que las partes del cuerpo se redistribuyeron de diversas formas. En la figura 12.12 se muestran esquemáticamente los tipos de reordenamientos probados.

Las palomas respondían un poco menos ante las fotos modificadas de la gente que ante las fotografías que mostraban la configuración normal de una perso-

**FIGURA 12.12**

Representación esquemática de figuras humanas utilizadas en un estudio en palomas del aprendizaje del concepto perceptual gente presente/gente ausente (Aust y Huber, 2003). *Original* representa las imágenes normales usadas en el entrenamiento. Todos los otros dibujos representan modificaciones de una imagen normal usada en la prueba.

na. No obstante, sus respuestas a esas figuras alteradas fueron considerablemente mayores que sus respuestas ante fotografías que no incluían a una persona. Esos hallazgos indican que las palomas usaron la posición relativa normal de las partes del cuerpo para juzgar si la imagen era de una persona. Cuando se alteraba la posición relativa normal de las partes del cuerpo, la respuesta disminuía, aunque las palomas también usaban características visuales más pequeñas que permanecían intactas en las diversas reorganizaciones del cuerpo. La atención a esas características visuales más pequeñas les permitió responder más a las fotos modificadas que a las fotos que no incluían una persona (Austin y Huber, 2001).

De acuerdo con la teoría de los rasgos, los participantes usan características visuales comunes a los miembros de una categoría para determinar con precisión un conjunto de imágenes complejas. Esas características visuales pueden ser una pequeña parte de la imagen (una curva en una línea o una mancha de color) o aspectos más globales de la escena (brillantez o contraste general). Los primeros investigadores del aprendizaje de conceptos perceptuales rechazaron la teoría de los rasgos, ya que les resultaba difícil identificar las características o combinaciones de características esenciales en las fotografías de escenas naturales en que se basaban sus sujetos. Sin embargo, las teorías de los rasgos han regresado alentadas por los resultados de experimentos en que se utilizan estímulos de prueba cuidadosamente diseñados que incluyen propiedades estadísticas preestablecidas o características del estímulo que han sido modificadas por medio de distorsiones, desvanecimiento u otras manipulaciones (Jitsumori, 2006; Herbranson, Fremouw y Shimp, 2002; Martin-Malivel *et al.*, 2006).

De acuerdo con el enfoque contemporáneo de la teoría de los rasgos, la categorización perceptual refleja el uso flexible de características locales y globales del estímulo que son comunes a los miembros de una categoría. Esas señales pueden utilizarse como entradas independientes para una decisión de categorización o en

combinación con otra de manera aditiva o configurativa. Es posible usar diferentes estrategias en distintas etapas del entrenamiento, diferentes maneras de definir los estímulos que son miembros de la categoría o la frecuencia con que aparece un rasgo particular en el conjunto de estímulos (Cook y Smith, 2006; Fremouw, Herbranson y Shimp, 2002; Huber y Aust, 2006; Jitsumori, 2006; Shimp *et al.*, 2006).

Aprendizaje de conceptos de nivel superior

Hasta aquí hemos analizado las categorías perceptuales de nivel básico que corresponden a la nominación de objetos como sillas y flores. Las sillas y las flores también pueden categorizarse en términos de un concepto de nivel superior: artificial contra natural. Estudios realizados con palomas y otros animales han demostrado la categorización de nivel superior (Roberts y Mazmanian, 1988). De hecho, los animales pueden aprender a categorizar estímulos a nivel básico y supraordinado al mismo tiempo.

En un estudio reciente (Lazareva, Freiburger y Wasserman, 2004) se entrenó a palomas con fotografías de carros, flores, personas y sillas. En algunos ensayos se disponía de cuatro teclas de reporte (una en cada esquina de la pantalla), cada una de las cuales estaba asignada a una de las categorías de nivel básico. La respuesta en la tecla asignada a los carros se reforzaba si la fotografía en el ensayo era de un carro, la respuesta en la tecla de la silla se reforzaba si la fotografía en el ensayo era de una silla, y así sucesivamente.

Los ensayos de categorización de nivel básico se entremezclaron con ensayos de categorización de nivel supraordinado. En estos últimos, se disponía de dos nuevas teclas de reporte (a la izquierda o a la derecha de la pantalla). La respuesta en una tecla de reporte era reforzada si la fotografía en ese ensayo era de un objeto artificial (carros o sillas) y la respuesta en la otra tecla se reforzaba si la fotografía en ese ensayo era de un objeto natural (una persona o una flor).

Las palomas aprendían sin problemas tanto la categoría básica como la supraordinada, aunque el aprendizaje de la categoría supraordinada *artificial* se llevaba un poco más de tiempo que el aprendizaje de la categoría *natural*. Las palomas también pudieron categorizar correctamente las fotografías de carros, flores, personas o sillas que no habían visto antes en los niveles básico y supraordinado, aun cuando su desempeño en los ensayos con un estímulo novedoso era un poco inferior al desempeño con los estímulos de entrenamiento. La conclusión que surge es que el aprendizaje de conceptos es un proceso dinámico moldeado por contingencias de reforzamiento que puede reflejar categorización de nivel básico y superior que genera una salida conductual enfocada ante las grandes variaciones que existen en las entradas de los estímulos físicos que recibimos del ambiente.

Aprendizaje de conceptos abstractos

Las categorías supraordinadas como *natural* contra *artificial* son bastante abstractas, pero se refieren a objetos del mundo real. También tenemos conceptos que son del todo cognoscitivos, es decir, sólo existen en nuestra mente y no tienen referentes en el mundo físico. Por ejemplo, considere el concepto de *igual* contra *diferente*. Esos no son atributos de objetos en el mundo real. Una silla no puede describirse como igual o diferente. Esos términos se refieren a un juicio que hacemos al comparar dos objetos o imágenes. ¿Las especies no humanas son capaces de aprender esos conceptos abstractos?

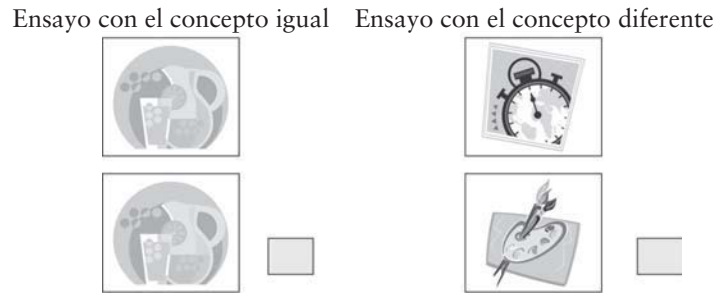


FIGURA 12.13

Diagrama del procedimiento para entrenar una discriminación igual/diferente. En los ensayos con el concepto *igual*, dos de las ilustraciones en los paneles de estímulos son iguales y los sujetos son reforzados por tocar o picotear el panel inferior. En los ensayos con el concepto *diferente* las ilustraciones son diferentes y los sujetos son reforzados por tocar o picotear el botón de respuesta localizado a la derecha de las ilustraciones. (En el estudio de Wright y Katz, 2007, se utilizaron fotografías en lugar de dibujos.)

Se han realizado muchas investigaciones sobre la forma en la que palomas, primates y otros animales aprenden los conceptos igual y diferente; y se han adoptado varios enfoques acerca de este problema (consulte el trabajo de Cook y Wasserman, 2006). En un enfoque (Wright y Katz, 2007), en cada ensayo se presentaban dos fotografías a palomas, monos rhesus y monos cébidos (figura 12.13). Si las dos fotografías eran iguales, los sujetos tenían que tocar o picotear la fotografía inferior para obtener reforzamiento alimenticio. Si las dos fotografías eran diferentes tenían que tocar o picotear una tecla de reporte al lado de las fotografías para ser reforzados. El entrenamiento empezaba con un conjunto de ocho fotografías, pero dicho conjunto se duplicaba cada vez que los sujetos respondían correctamente en alrededor de 80% de las ocasiones. Para evaluar el aprendizaje del concepto igual/diferente se presentaron a los sujetos estímulos novedosos.

El desempeño en los ensayos de transferencia mejoraba conforme aumentaba el número de fotografías usadas en el entrenamiento. La cantidad de ensayos requeridos para alcanzar el desempeño criterio también disminuyó con los conjuntos más grandes de estímulos de entrenamiento. Esos resultados sugieren con fuerza que los sujetos aprendieron el concepto abstracto igual/diferente a medida que progresaba el entrenamiento. (Herbranson y Shimp, 2003; Lazareva y Wasserman, 2008, presentan trabajos sobre el aprendizaje de conceptos abstractos más complejos.)

USO DE HERRAMIENTAS EN ANIMALES NO HUMANOS

En esta sección y la siguiente vamos a revisar dos de los temas más polémicos en la cognición comparada, el uso de herramientas y el aprendizaje del lenguaje en animales no humanos. Desde que Köhler (1927) observó que un chimpancé ponía una caja sobre otra para alcanzar un pedazo de comida, el uso de herramientas por los animales ha fascinado a los científicos interesados en la cognición comparada. Se ha observado que algunas especies usan herramientas de diversas maneras y que otras las fabrican (Beck, 1980). Gran parte de la investigación sobre el uso de herramientas por animales no humanos se ha realizado con chimpancés y otros primates (Visalberghi y Fragaszy, 2006). En consecuencia, todo lo que sabemos sobre las capacidades cognitivas de esas especies, el

hecho de que utilicen herramientas no desafía la opinión que tenemos de ellas. Resultan más interesantes los reportes recientes sobre el uso y la fabricación de herramientas por cuervos (*corvus moneduloides*) que viven en la isla de Nueva Caledonia en el Pacífico occidental.

Los cuervos de Nueva Caledonia modifican ramitas, hojas, cartón y plumas que luego usan como herramientas para obtener comida de las grietas y otros lugares que no pueden alcanzar con el pico. Para estudiar de manera más sistemática el uso de herramientas en esta especie, Alex Kacelnik y sus colaboradores establecieron una colonia de estos pájaros en la Universidad de Oxford. La disponibilidad de estas aves para la investigación en el laboratorio ha facilitado la documentación de una serie de características notables del uso que hacen de herramientas (consulte las revisiones de Bluff *et al.*, 2007; y de Kacelnik *et al.*, 2006). Por ejemplo, en un experimento se dio acceso a dos cuervos salvajes a comida colocada en un tubo horizontal de plástico transparente que tenía un extremo abierto. La comida se colocó a diferentes distancias de la abertura del tubo y los pájaros tenían acceso a ramitas de diferentes longitudes que podían usar para sacar la comida (Chappell y Kacelnik, 2002). A los cuervos les resultó fácil usar las ramas que se les proporcionaron (figura 12.14). Más importante todavía, en cada ensayo eligieron las ramas del tamaño adecuado a una tasa que excedía por mucho el nivel del azar (Hunt, Rutledge y Gray, 2006).

En otro estudio (Weir y Kacelnik, 2006), Betty, uno de los cuervos salvajes atrapados, fue probado con comida colocada en una cubeta en miniatura que se colocó dentro de un tubo de plástico transparente. Para obtener la comida, Betty utilizó una pieza de metal para construir un gancho que empleó para agarrar el asa de la cubeta y poder subirla y obtener la comida (figura 12.15). Betty recibió tiras de metal de diferentes formas y tuvo que modificarlas de manera única para que sirvieran como una herramienta efectiva, cosa que logró sin gran dificultad.

El uso de herramientas en especies no humanas ha sido un tema teóricamente estimulante pues parece ser muy inteligente, y muchos han considerado que es una característica que define a la inteligencia avanzada. Una interpretación



Behavioural Ecology Research Group, Oxford University.

FIGURA 12.14

Betty, un cuervo de Nueva Caledonia, mientras elige una rama de la longitud apropiada para sacar la comida de un tubo largo en un estudio de Chappell y Kacelnik, 2002.

Behavioural Ecology Research Group,
Oxford University.**FIGURA 12.15**

Betty, un cuervo de Nueva Caledonia, mientras saca una cubeta con comida después de construir un gancho que utilizó como herramienta.

alternativa es que la fabricación y uso de herramientas es una forma de conducta instrumental, reforzada por las piezas de comida que se obtienen con su uso. El hecho de que exista una variación en la forma de la conducta es congruente con los estudios que muestran que la variabilidad de la respuesta puede ser una base para el reforzamiento instrumental (capítulo 5). No es fácil decidir entre una interpretación basada en el condicionamiento instrumental y una explicación que enfatiza la planeación cognoscitiva y la *inteligencia*. Una cuestión crítica es la forma en la que se adquiere la conducta del uso de herramientas y la flexibilidad de la conducta al enfrentar situaciones novedosas.

No se dispone de información sobre la manera en la que los cuervos salvajes atrapados aprendieron a usar herramientas, pero Kacelnik y sus colaboradores han empezado a estudiar la adquisición del uso de herramientas en cuervos criados en cautiverio (Kenward *et al.*, 2005; Kenward *et al.*, 2006). Algunos suponen que el uso de herramientas en la naturaleza se aprende imitando a otros cuervos que ya poseen la habilidad. Los estudios con cuervos criados en cautiverio han demostrado que el modelamiento del uso de herramientas facilita el aprendizaje pero no es necesario. Los cuervos aprenden por sí mismos que pueden obtener pedazos de comida utilizando ramitas para empujar la comida. Sin embargo, este tipo de uso de herramientas es precedido por otras conductas que implican la manipulación de las ramas. Es evidente que los cuervos de Nueva Caledonia tienen una predisposición a recoger objetos no comestibles y a manipularlos de diversas formas. Esa conducta de manipulación les permite luego aprender a usar los objetos como herramientas.

APRENDIZAJE DEL LENGUAJE EN ANIMALES NO HUMANOS

Tal vez la habilidad cognoscitiva más compleja es la competencia lingüística. De hecho, históricamente la opinión dominante era que la habilidad lingüística es tan compleja y especializada que es exclusivamente humana. Según este punto de vista, la capacidad para usar el lenguaje depende de ciertos procesos innatos que sólo han evolucionado en nuestra especie (Chomsky, 1972; Lennenberg, 1967). En contraste, otros han propuesto que los seres humanos somos capaces de usar el lenguaje, pues somos especialmente inteligentes y tenemos experien-

cias que permiten su adquisición. Esta segunda opinión sugiere que los organismos no humanos también podrían adquirir las habilidades del lenguaje si fuesen lo bastante inteligentes y encontraran las experiencias requeridas. Alentados por esta posibilidad, los investigadores han tratado de enseñar habilidades del lenguaje a distintas especies (Hillix y Rumbaugh, 2004).

Los primeros esfuerzos de entrenamiento del lenguaje intentaron determinar si animales no humanos son capaces de mostrar lenguaje. Sin embargo, resultó evidente que esta es una pregunta que no puede responderse (Roitblat, Harley y Helweg, 1993). El lenguaje no es una entidad unitaria que se tiene o no se tiene. Más bien, consta de habilidades componentes. Por ejemplo, las capacidades de lenguaje de un bebé humano mejoran gradualmente a medida que el niño adquiere e integra habilidades de lenguaje cada vez más complejas. En esta secuencia de desarrollo, no existe un punto en el que el niño pase de no tener lenguaje a tenerlo.

Si la meta ya no es demostrar competencia lingüística similar a la humana en especies no humanas, ¿cuál es el propósito de este tipo de investigación? Existen varios objetivos. Uno es usar el entrenamiento del lenguaje como medio para estudiar las capacidades cognoscitivas de especies no humanas. Este es el objetivo básico del programa de trabajo dirigido por Irene Pepperberg (1999), quien ha estudiado las capacidades cognoscitivas de un perico gris, Alex, desde 1977. Una opinión similar es la expresada por Louis Herman, quien dirigió estudios del lenguaje en delfines: “El estudio del lenguaje animal puede ayudarnos a identificar con mayor certeza en los seres humanos los procesos que pueden derivarse de estructuras cognoscitivas generales más que de estructuras específicas del lenguaje” (Herman y Uyeyama, 1999, p. 22). La investigación sobre el aprendizaje del lenguaje en especies no humanas puede informarnos acerca de los requisitos cognoscitivos y los componentes de la competencia lingüística, así como proporcionar información sobre la mejor manera de enseñar las habilidades lingüísticas. Luego puede hacerse buen uso de esta información en la instrucción lingüística de personas con discapacidades cognoscitivas (Sevcik, Ronski y Wilkenson, 1991).

Primeros intentos en el entrenamiento del lenguaje

La mayor parte de los esfuerzos por enseñar el lenguaje a los animales se han realizado con chimpancés, ya que éstos comparten muchas características con los seres humanos. No obstante, a pesar de esas semejanzas los chimpancés no aprenden a hablar cuando reciben los mismos tipos de experiencias que tienen los niños durante su aprendizaje. Cathy y Keith Hayes criaron a una chimpancé llamada Viki con el propósito explícito de enseñarla a hablar (Hayes y Hayes, 1951). A pesar de varios años de entrenamiento, Viki sólo aprendió a decir tres palabras: mamá, papá y taza. La búsqueda de competencia lingüística en chimpancés no se emprendió con seriedad hasta el trabajo innovador de Allen y Beatrice Gardner y sus alumnos (Gardner y Gardner, 1969, 1975, 1978), quienes decidieron enseñar a su chimpancé, Washoe, el lenguaje americano de señas en lugar del habla vocal.

El lenguaje americano de señas utiliza gestos manuales en lugar de palabras. Aunque los chimpancés utilizan diferentes vocalizaciones que tienen propiedades lingüísticas (Taglialatela, Savage-Rumbaugh y Baker, 2003), pueden hacer una mayor variedad de gestos y movimientos manuales. Washoe fue una buena alumna. Aprendió a señalar bien más de 100 palabras; su éxito sugirió que el



I. M. Pepperberg con Alex

fracaso de los primeros esfuerzos por enseñar el habla a chimpancés quizá no se debió a la incapacidad de los chimpancés para aprender habilidades lingüísticas, sino al uso de un medio inapropiado de respuesta (las vocalizaciones). El éxito de los Gardner con Washoe animó otros esfuerzos por enseñar el lenguaje a chimpancés así como a otras especies entre las que se incluían a gorilas (Patterson, 1978), delfines (Herman, 1987), leones marinos (Gisiner y Schusterman, 1992; Schusterman y Gisiner, 1988) y pericos grises africanos (Pepperberg, 1990).

Procedimientos para el entrenamiento del lenguaje

Se han utilizado diversos procedimientos para entrenar las habilidades del lenguaje. Por ejemplo, en el programa de investigación con los pericos grises africanos de Irene Pepperberg (1990, 1993, 1999), se utilizó un procedimiento de aprendizaje por observación conocido como **técnica del modelo rival**. En esta técnica, un asistente de investigación actúa como el entrenador y otro como un estudiante rival que compite con el perico por la atención del entrenador. El entrenador puede presentarle al perico un objeto de interés y preguntar de qué color es. Entonces responde la persona que actúa como el estudiante, algunas veces de manera correcta y otras de forma incorrecta. Una respuesta incorrecta tiene como resultado una reprimenda del entrenador y la eliminación temporal del objeto; si la respuesta es correcta el resultado es un elogio y la oportunidad de manipular el objeto. El perico observa esas interacciones e intenta ganar la atención del entrenador (y obtener el objeto) respondiendo correctamente antes que lo haga el estudiante rival.

En los proyectos de entrenamiento del lenguaje con delfines y leones marinos se han empleado procedimientos más convencionales de discriminación del estímulo (Herman, Pack y Morrel-Samuels, 1993; Schusterman y Krieger, 1986). Los estímulos instruccionales fueron proporcionados por una persona que hacía un gesto particular (por ejemplo, cruzar los brazos sobre el pecho) en el borde de la piscina. La respuesta correcta ante ese gesto por parte de los mamíferos marinos era reforzada con comida, las respuestas incorrectas no obtenían reforzamiento.

Con los chimpancés el entrenamiento del lenguaje de señas por lo regular se lleva a cabo en el contexto de una relación social establecida entre los entrenadores y los animales. Los chimpancés vivían en un ambiente rico, similar a un hogar, y eran atendidos por un pequeño número de personas durante el día, cada una de las cuales era experta en el lenguaje de señas. Se hacían todos los esfuerzos por involucrar a los animales en una conversación activa (mediante señas) durante las horas de vigilia. Los animales aprendían nuevas señas durante los juegos, cuando se les vestía o cuando se desplazaban de un lugar a otro. El propósito era enseñarles el lenguaje de la manera en que supuestamente aprenden a hablar los niños en el curso normal de las interacciones con los padres y con otros niños.

Si bien un contexto naturalista para la enseñanza del lenguaje de señas puede facilitar el aprendizaje, la informalidad del método hace difícil documentar en detalle el curso de la adquisición del lenguaje. Otros investigadores desarrollaron lenguajes artificiales para usarlos con chimpancés. Uno de esos lenguajes artificiales, desarrollado por Duane Rumbaugh y sus colaboradores en el Language Research Center en la Universidad Estatal de Georgia, utilizaba diseños simples de formas y colores distintos para representar palabras (Rumbaugh, 1977; Savage-Rumbaugh, 1986). Esos símbolos, llamados lexigramas, se presen-

Cortesía de Duane Rumbaugh, Language Research Center, Georgia State University

			
Sherman 73	Huevo 81	Excavar 89	Kanzi 97
			
Comida 74	Palo 82	Crema ácida 90	Lluvia 98
			
Televisión 75	Rock 83	Puerta de Sue 91	Zanahoria 99

FIGURA 12.16

Ejemplos de lexigramas usados en el Language Research Center de la Universidad Estatal de Georgia.

tan sobre un tablero (figura 12.16). El chimpancé puede elegir una palabra señalando o presionando el lexigram correspondiente en el tablero. Los registros computarizados de esas respuestas a los lexigramas proporcionan información detallada sobre el desempeño lingüístico de los participantes en la investigación.

Las demostraciones más sofisticadas de competencia lingüística son las obtenidas con bonobos (*Pan paniscus*) (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1993; Savage-Rumbaugh *et al.*, 1990). Los bonobos son más similares a los seres humanos que los chimpancés, pero son raros tanto en el medio natural como en cautiverio. Tal vez Kanzi sea el bonobo más famoso al que se enseñó el lenguaje. Durante sus primeros dos años y medio de vida, Kanzi vivía con su madre, Matata, quien nació en la foresta y empezó el entrenamiento del lenguaje en el Language Research Center de la Universidad Estatal de Georgia cuando Kanzi tenía seis meses de edad. A Matata se le entrenó con los procedimientos estándar en los que tenía que indicar los lexigramas que eran los nombres de objetos alimenticios para obtener esas comidas. Durante varios años Kanzi observó esas sesiones de entrenamiento, pero sin participar en ellas. Matata fue retirada por cierto tiempo con propósitos de reproducción. Durante esta separación, Kanzi empezó a interactuar espontáneamente con el tablero de los lexigramas. Los investigadores aprovecharon el uso espontáneo del tablero y permitieron que Kanzi continuara usándolo además de comunicarse con gestos manuales. También le permitieron continuar el aprendizaje de habilidades lingüísticas escuchando el inglés hablado y observando a personas que se comunicaban con gestos y lexigramas.

Se hicieron todos los esfuerzos por proporcionar a Kanzi un ambiente tan rico y natural como fuese posible. Se le permitió salir de paseo a un área boscosa de 50 acres adyacente al laboratorio. Se ubicaron estaciones de comida en lugares fijos del bosque. Las excursiones en el bosque proporcionaban muchas oportunidades de conversación concernientes a qué sitio de comida visitar, qué llevar, etcétera. También se permitió que Kanzi visitara diversas áreas del laboratorio, incluyendo las áreas en las que se alojaban otros simios, y de vez en cuando se le llevaba a pasear en coche.

Cortesía de Duane Rumbaugh, Language Research Center, Georgia State University

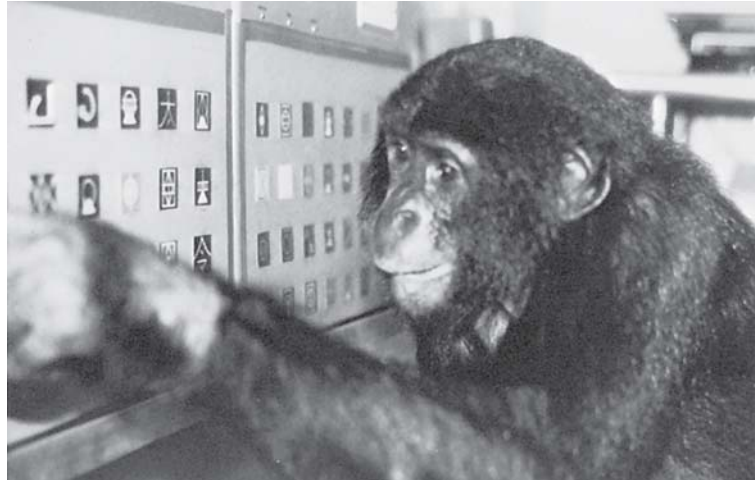


FIGURA 12.17
Kanzi trabajando en un tablero de lexigramas

El lenguaje hablado y léxico se incorporó en las actividades diarias de Kanzi como los cambios de pañales, la preparación de alimentos y juegos diversos. Se esperaba que Kanzi adquiriese el lenguaje de manera incidental durante sus actividades cotidianas normales, como lo hacen los niños. No se llevaron a cabo sesiones explícitas de entrenamiento del lenguaje ni se reforzó explícitamente con comida el uso que Kanzi hacía del lenguaje. Sin embargo, es probable que las contingencias de reforzamiento inherentes a las interacciones sociales fuesen importantes en su aprendizaje del lenguaje (Sundberg, 1996).

Además del aprendizaje espontáneo de los lexigramas, Kanzi también parece haber aprendido a reconocer palabras inglesas habladas. Igual que otros chimpancés, Kanzi no podía producir los sonidos de las palabras inglesas, pero parecía conocer su significado. Savage-Rumbaugh decidió evaluar esta comprensión en varias pruebas sistemáticas. En una prueba (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1986) se presentaron palabras inglesas en un sintetizador del habla para asegurar que Kanzi no respondía a la entonación de un individuo específico. Después de cada palabra se le pidió que eligiera el símbolo léxico para esa palabra en una selección de tres lexigramas (figura 12.18). El experimentador no veía las posibles elecciones y por ende no podía indicarle inadvertidamente la respuesta. Se presentaron 66 palabras en tres ocasiones, de las cuales Kanzi respondió correctamente en cada ocasión a 51 de las palabras presentadas. En una prueba similar con habla humana, Kanzi sólo se equivocó en una de las 66 palabras. Por consiguiente, a Kanzi le resultó más difícil comprender el habla sintetizada, como les sucede en ocasiones a los escuchas humanos.

Evidencia de “gramática” en los grandes simios

Aunque por lo general existe el acuerdo de que los grandes simios (y los pericos grises, los delfines y los leones marinos) pueden aprender un vocabulario, el lenguaje es más que un conjunto de palabras; también implica la disposición de palabras en secuencias de acuerdo con ciertas reglas establecidas por la gramática

Cortesía de Duane Rumbaugh, Language Research Center,
Georgia State University



FIGURA 12.18

El chimpancé bonobo Kanzi durante su participación en una prueba de comprensión del inglés. Se le presentaron palabras inglesas a través de audífonos y él tenía que responder presionando los lexigramas en el panel del fondo.

o la sintaxis del lenguaje. Por consecuencia, un tema importante en la investigación del lenguaje ha sido si los sujetos muestran evidencia del uso de las reglas gramaticales. El tema ha generado un importante debate que a la fecha continúa (Kako, 1999; Roitblat, 2007).

Los primeros estudios detallados de la producción del lenguaje en chimpancés no lograron proporcionar evidencia convincente de que la respuesta se basara en algún tipo de gramática o un conjunto de reglas para las combinaciones de palabras (Terrace, 1979; Terrace *et al.*, 1979). Nim, un chimpancé al que Terrace y sus colaboradores enseñaron el lenguaje de señas, realizaba secuencias de señas, pero éstas parecían ser imitaciones del entrenador e incluían repeticiones sin sentido. Por ejemplo, la combinación de cuatro señas más común de Nim era *comer-beber-comer-beber*. En los estudios con Kanzi se obtuvo evidencia más convincente del desarrollo de secuencias gramaticales de palabras (Greenfield y Lyn, 2007; Greenfield y Savage-Rumbaugh, 1990; Savage-Rumbaugh *et al.*, 1990).

Los primeros datos para el análisis de la posible existencia de estructura gramatical en la producción lingüística de Kanzi se obtuvieron cuando éste tenía cinco años y medio de edad (Greenfield y Savage-Rumbaugh, 1990). En un periodo de cinco meses de observaciones, Kanzi comunicó 13 691 “palabras”. De esas, alrededor del 10% contenía más de un elemento o palabra. El análisis de las secuencias de palabras se limitó a las comunicaciones espontáneas, por lo que se excluyeron las respuestas a preguntas dirigidas lo mismo que las respuestas que Kanzi realizaba para obtener algo que de otro modo le sería negado, o las respuestas que implicaran cierto grado de imitación. A diferencia de Nim, era raro que Kanzi repitiera o que combinara palabras que al unirse no tuvieran sentido. Los análisis de las comunicaciones con palabras múltiples revelaron una estructura que indicaba reglas para el orden de las palabras.

Las combinaciones de palabras de Kanzi podían categorizarse de acuerdo con los tipos de palabras incluidas. A manera de ejemplo, la tabla 12.1 resume los datos de tres tipos diferentes de combinaciones de dos palabras. El primer tipo in-

TABLA 12.1

Frecuencia de varias comunicaciones de dos elementos de Kanzi (las respuestas con los lexigramas están indicadas por las letras mayúsculas)

Orden de las palabras	Frecuencia	Ejemplo del orden predominante
Acción → Agente	119	LLEVAR: gesto hacia Phil, quien acepta llevar a Kanzi.
Agente → Acción	13	
Acción → Objeto	39	MANTENER EL BALÓN ALEJADO: quiere fastidiar a Bill con un balón y empezar una pelea.
Objeto → Acción	15	
Meta → Acción	46	BUSCAR COCA COLA : el investigador sigue a Kanzi al lugar en el bosque donde se guarda la coca cola.
Acción → Meta	10	

Fuente: Adaptado de Greenfield y Savage-Rumbaugh, 1990.

volucra una palabra para una acción y otra para un agente. Se observó un total de 132 combinaciones acción/agente. De ellas, en 119 casos, la palabra de acción precedía a la palabra del agente. En sólo 13 de los 132 casos, la palabra para el agente precedía a la palabra para la acción. Un sesgo similar a favor de un orden particular de las palabras se hizo evidente con los otros tipos de combinaciones de dos palabras, acción/objeto y meta/acción. Observe que la regla “gramatical” no es sencilla. En cada uno de esos tres tipos de combinaciones de dos palabras, al menos una de ellas involucraba una acción, aunque la palabra para la acción no predominaba en el primer lugar en los tres tipos de combinaciones. Cuando hablaba acerca de una acción y una meta, Kanzi tendía a plantear primero la meta.

También se ha obtenido evidencia a favor de la estructura gramatical en los análisis de la comprensión del lenguaje por parte de Kanzi más que en la producción del lenguaje. En el aprendizaje del lenguaje en los seres humanos, la comprensión del lenguaje precede a la capacidad para hablarlo. Por ejemplo, los individuos que aprenden a hablar un segundo idioma, a menudo entienden más de lo que pueden hablar de ese idioma. Esto da lugar a la posibilidad de que los estudios sobre la comprensión del lenguaje puedan revelar aspectos complejos de la competencia lingüística que no son evidentes en la producción del lenguaje (Brakke y Savage-Rumbaugh, 1995; Savage-Rumbaugh *et al.*, 1993).

Además del aprendizaje de lexigramas, Kanzi aprendió espontáneamente a reconocer los sonidos del inglés hablado por sus entrenadores y compañeros. Savage-Rumbaugh y sus colaboradores (1993) llevaron a cabo evaluaciones detalladas de la comprensión del lenguaje de Kanzi cuando éste tenía ocho años de edad y compararon su desempeño con el de una niña de dos años, Alia. La madre de Alia, Jeannine Murphy, era una de las cuidadoras de Kanzi; la niña participaba en juegos y otras actividades similares a las que se emplearon con Kanzi y recibió una exposición similar a los lexigramas y el inglés hablado.

Las oraciones usadas en la prueba incluían instrucciones para manipular diversos objetos que eran familiares para Kanzi y Alia y que estaban a su disposición. Kanzi tenía acceso a 12 objetos y a Alia se le proporcionaron ocho. En la fase crucial de la prueba, las oraciones eran enunciadas por un experimentador oculto detrás de un espejo unidireccional, de modo que no pudiera hacer gestos que in-

dicaran la respuesta correcta. Todos los ensayos fueron grabados en video. Por lo regular, había dos o tres personas en el cuarto de modo que pudiesen incluirse en la prueba las oraciones que involucraban interacciones con esos individuos. Sin embargo, esos otros individuos llevaban audífonos por los que escuchaban música a un volumen muy fuerte de modo que no pudiesen oír las instrucciones dadas a Kanzi o a Alia. Para impedir otras influencias inadvertidas sobre los datos, la persona que realizaba las pruebas con Alia no conocía los resultados de Kanzi en las pruebas y viceversa.

A Kanzi se le examinó con 415 oraciones y a Alia con 407. Las oraciones se distribuyeron entre siete tipos distintos. Algunas eran bastante simples, como “Pon el objeto X en el objeto Y”, “Dale el objeto X a la persona A”, “Haz la acción A en el objeto X” y “Lleva el objeto X al lugar Y”. Otras eran más complicadas, como “Simula que el objeto animado A realiza la acción A en el receptor Y” (por ejemplo, “Haz que el perrito [de juguete] muerda a la serpiente [de juguete]”). El desempeño de Kanzi y de Alia fue notablemente bueno. Cada uno respondió correctamente en más de 50% de las ocasiones con todos los tipos de oraciones, salvo uno. En general, el desempeño de Kanzi fue un poco mejor que el de Alia. Kanzi respondió correctamente en 74% de los ensayos, mientras que la respuesta de la niña fue acertada en 65% de los ensayos.

El desempeño de Kanzy proporciona la mejor evidencia de la que se dispone hasta ahora de que un mamífero no humano puede adquirir habilidades lingüísticas complejas. Kanzi adquirió un vocabulario importante y mostró evidencia de sintaxis en la producción del lenguaje. Además, dominó parte de la flexibilidad del lenguaje. Podía entender diferencias en el significado creadas por distintos ordenamientos de las palabras y nuevos mensajes creados por la combinación de palabras conocidas en oraciones no familiares. La complejidad lingüística de Kanzi demuestra que muchas habilidades importantes para el lenguaje no son atributos exclusivos de los seres humanos. Por consiguiente, esos hallazgos justifican la creencia de Darwin de que algunas capacidades y habilidades que al parecer son exclusivamente humanas no reflejan una discontinuidad en el reino animal. (Para conocer una revisión de las implicaciones filosóficas de esta investigación, consulte el trabajo de Savage-Rumbaugh, Shanker y Taylor, 1998.)

PREGUNTAS DE ESTUDIO

1. Describa la conducta de almacenamiento de comida y los factores que tienen que descartar los experimentadores antes de concluir que la conducta es mediada por la memoria de trabajo.
2. Detalle cómo puede usarse la conducta de los pájaros que almacenan comida para proporcionar evidencia de memoria episódica.
3. Relate el procedimiento de pico y la forma en que los resultados obtenidos con dicho procedimiento pueden ser explicados por la teoría de la expectativa escalar.
4. Compare el modelo de expectativa escalar y la teoría conductual de la estimación temporal.
5. Explique por qué las pruebas con subconjuntos de elementos de una presentación simultánea son útiles para evaluar los mecanismos del aprendizaje de patrones seriales.

6. Compare el aprendizaje de conceptos perceptuales y el de conceptos abstractos.
7. Refiera cómo puede evaluarse la respuesta al orden de las palabras en la comprensión del lenguaje de chimpancés y de niños.

TÉRMINOS CLAVE

aprendizaje de pares asociados Aprendizaje de asociaciones entre pares sucesivos de una lista ordenada de estímulos.

aprendizaje de representaciones seriales Aprendizaje de una representación mental del orden de una lista o serie completa de estímulos.

cadena de respuesta Serie de respuestas ordenadas de manera consecutiva en la que cada respuesta produce la señal para la siguiente respuesta en la secuencia.

conductas adjuntivas Actividades o respuestas sistemáticas que ocurren cuando los reforzadores se entregan a intervalos fijos.

estimación de la duración Procedimiento de discriminación en que el estímulo discriminativo es la duración de un evento.

invarianza escalar Propiedad del control temporal de la conducta que enfatiza que los participantes responden a los intervalos en términos de sus duraciones relativas o proporcionales más que en términos de sus duraciones absolutas.

procedimiento pico Variación de ensayo discreto de un programa de intervalo fijo que se utiliza para estudiar la estimación temporal en animales.

técnica del modelo rival Procedimiento de aprendizaje por observación en el cual el participante observa a un entrenador que enseña a un estudiante e intenta competir con ese estudiante por la atención del entrenador.

REFERENCIAS

- Abramson, L. Y., Metalsky, G. I., & Alloy, L. B. (1989). Hopelessness depression: A theory-based subtype of depression. *Psychological Review*, 96, 358–372.
- Adkins-Regan, E., & MacKillop, E. A., (2003). Japanese quail (*Coturnix japonica*) inseminations are more likely to fertilize eggs in a context predicting mating opportunities. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 270, 1685–1689.
- Ahearn, W. H., Clark, K. M., Gardenier, N. C., Chung, B. I., & Dube, W. V. (2003). Persistence of stereotypic behavior: Examining the effects of external reinforcers. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 36, 439–448.
- Akins, C. K. (1998). Context excitation and modulation of conditioned sexual behavior. *Animal Learning & Behavior*, 26, 416–426.
- Akins, C. K. (2000). Effects of species-specific cues and the CS-US interval on the topography of the sexually conditioned response. *Learning and Motivation*, 31, 211–235.
- Akins, C. K. (2004). The role of Pavlovian conditioning in sexual behavior: A comparative analysis of human and nonhuman animals. *International Journal of Comparative Psychology*, 17, 241–262.
- Akins, C. K., & Domjan, M. (1996). The topography of sexually conditioned behaviour: Effects of a trace interval. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 346–356.
- Albert, M., & Ayres, J. J. B. (1997). One-trial simultaneous and backward excitatory fear conditioning in rats: Lick suppression, freezing, and rearing to CS compounds and their elements. *Animal Learning & Behavior*, 25, 210–220.
- Allan, L. G. (2005). Learning of contingent relationships. Special Issue of *Learning & Behavior*, 33, 127–130, with additional articles from pp. 131–263.
- Allan, R. W., & Zeigler, H. P. (1994). Autoshaping the pigeon's gape response: Acquisition and topography as a function of reinforcer type and magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62, 201–223.
- Allison, J. (1983). *Behavioral economics*. New York: Praeger.
- Allison, J. (1989). The nature of reinforcement. In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Instrumental conditioning and the impact of biological constraints on learning*, 13–39. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Allison, J. (1993). Response deprivation, reinforcement, and economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 129–140.
- Allison, J., Buxton, A., & Moore, K. E. (1987). Bliss points, stop lines, and performance under schedule constraint. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 331–340.
- Alvarez, V. A., & Sabatini, B. L. (2007). Anatomical and physiological plasticity of dendritic spines. *Annual Review of Neuroscience*, 30, 79–87.
- Amsel, A. (1958). The role of frustrative nonreward in noncontinuous reward situations. *Psychological Bulletin*, 55, 102–119.
- Amsel, A. (1962). Frustrative nonreward in partial reinforcement and discrimination learning. *Psychological Review*, 69, 306–328.
- Amsel, A. (1967). Partial reinforcement effects on vigor and persistence. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 1). New York: Academic Press.
- Amsel, A. (1989). *Behaviorism, neobehaviorism, and cognitivism in learning theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Amsel, A. (1992). *Frustration theory*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

- Amundson, J. C., & Miller, R. R. (2008). CS-US temporal relations in blocking. *Learning & Behavior*, 36, 92–103.
- Anderson, J. R. (2005). *Cognitive psychology and its implications* (6th ed.). New York: Worth.
- Anderson, M. C., & Shettleworth, S. J. (1977). Behavioral adaptation to fixed-interval and fixed-time food delivery in golden hamsters. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 25, 33–49.
- Andrzejewski, M. E., Cardinal, C. D., Field, D. P., Flannery, B. A., Johnson, M., Bailey, K., & Hinde, P. N. (2005). Pigeons' choices between fixed-interval and random-interval schedules: Utility of variability? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83, 129–145.
- Andrzejewski, M. E., Ryals, C. D., Higgins, S., Sulkowski, J., Doney, J., Kelley, A. E., & Bersh, P. J. (2007). Is extinction the hallmark of operant discrimination?: Reinforcement and S^A effects. *Behavioural Processes*, 74, 49–63.
- Anger, D. (1963). The role of temporal discrimination in the reinforcement of Sidman avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 477–506.
- Arceidiano, F., Matute, H., & Miller, R. R. (1997). Blocking of Pavlovian conditioning in humans. *Learning and Motivation*, 28, 188–199.
- Arceidiano, F., Ortega, N., & Matute, H. (1996). A behavioural preparation for the study of human Pavlovian conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 270–283.
- Astley, S. L., & Wasserman, E. A. (1998). Novelty and functional equivalence in superordinate categorization by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 26, 125–138.
- Astley, S. L., & Wasserman, E. A. (1999). Superordinate category formation in pigeons: Association with a common delay or probability of food reinforcement makes perceptually dissimilar stimuli functionally equivalent. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 415–432.
- Ator, N. A., & Griffiths, R. R. (2003). Principles of drug abuse liability assessment in laboratory animals. *Drug and Alcohol Dependence*, 70, S55–S72.
- Aust, U., & Huber, L. (2001). The role of item- and category-specific information in the discrimination of people versus nonpeople images by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 29, 107–119.
- Aust, U., & Huber, L. (2003). Elemental versus configural perception in a people-present/people-absent discrimination task by pigeons. *Learning & Behavior*, 31, 213–234.
- Ayres, J. J. B. (1998). Fear conditioning and avoidance. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy*. (pp. 122–145). Boston: Allyn Bacon.
- Ayres, J. J. B., Haddad, C., & Albert, M. (1987). One-trial excitatory backward conditioning as assessed by suppression of licking in rats: Concurrent observations of lick suppression and defensive behaviors. *Animal Learning & Behavior*, 15, 212–217.
- Azorlosa, J. L., & Cicala, G. A. (1986). Blocking of conditioned suppression with 1 or 10 compound trials. *Animal Learning & Behavior*, 14, 163–167.
- Azrin, N. H. (1956). Some effects of two intermittent schedules of immediate and non-immediate punishment. *Journal of Psychology*, 42, 3–21.
- Azrin, N. H. (1958). Some effects of noise on human behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 183–200.
- Azrin, N. H. (1959). Punishment and recovery during fixed ratio performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2, 301–305.
- Azrin, N. H. (1960). Effects of punishment intensity during variable-interval reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 3, 123–142.
- Azrin, N. H., & Holz, W. C. (1961). Punishment during fixed-interval reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 343–347.
- Azrin, N. H., & Holz, W. C. (1966). Punishment. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 380–447). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Azrin, N. H., Holz, W. C., & Hake, D. F. (1963). Fixed-ratio punishment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 141–148.
- Azrin, N. H., Hutchinson, R. R., & Hake, D. F. (1966). Extinction-induced aggression. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 191–204.
- Babb, S. J., & Crystal, J. D. (2006). Discrimination of what, when, and where is not based on time of day. *Learning & Behavior*, 34, 124–130.
- Babkin, B. P. (1949). Pavlov: A biography. Chicago: University of Chicago Press.
- Baer, D. M., & Wolf, M. M. (1970). The entry into natural communities of reinforcement. In R. Ulrich, T. Stachnik, & J. Mabry (Eds.), *Control of human behavior* (Vol. 2 pp. 319–324). Glenview, IL: Scott Foresman.
- Baerends, G. P. (1988). Ethology. In R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology* (Vol. 1, pp. 765–830). New York: Wiley.
- Bailey, G. K., & Westbrook, R. F. (2008). Extinction and latent inhibition of within-event learning are context specific. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 106–118.
- Baillargeon, R. (2008). Innate ideas revisited. *Perspectives in psychological science*, 3, 2–13.
- Baker, T. B., & Tiffany, S. T. (1985). Morphine tolerance as habituation. *Psychological Review*, 92, 78–108.
- Baker, T. B., Brandon, T. H., & Chassin, L. (2004). Motivational influences on cigarette smoking. *Annual Review of Psychology*, 55, 463–491.
- Baker, T. B., Piper, M. E., McCarthy, D. E., Majeskie, M. R., & Fiore, M. C. (2004). Addiction motivation reformulated: An affective processing model of negative reinforcement. *Psychological Review*, 111, 33–51.
- Balaz, M. A., Kasprow, W. J., & Miller, R. R. (1982). Blocking with a single compound trial. *Animal Learning & Behavior*, 10, 271–276.
- Balda, R. P., & Turek, R. J. (1984). The cache-recovery system as an example of memory capabilities in Clark's nutcracker. In H. L. Roitblat, T. G. Bever, & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition*. (pp. 513–532). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Balleine, B. W., & Ostlund, S. B. (2007). Still at the choice point.

- Annals of the New York Academy of Sciences*, 1104, 147–171.
- Balsam, P. D. (1985). The functions of context in learning and performance. In P. D. Balsam & A. Tomie (Eds.), *Context and learning* (pp. 1–21). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Balsam, P. D. (1988). Selection, representation, and equivalence of controlling stimuli. In R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology*. (Vol. 2.) Learning and cognition (pp. 111–166). New York: Wiley.
- Balsam, P. D., & Gallistel, C. R. (2009). Temporal maps and informativeness in associative learning. *Trends in Neuroscience*. In press.
- Balsam, P. D., & Tomie, A. (Eds.). (1985). *Context and learning*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Balsam, P. D., Deich, J. D., Ohyama, T., & Stokes, P. D. (1998). Origins of new behavior. In W. O'Donohue (Ed.) *Learning and behavior therapy*. (pp. 403–420). Boston: Allyn and Bacon.
- Balsam, P. D., Drew, M. R., & Yang, C. (2001). Timing at the start of associative learning. *Learning and Motivation*, 33, 141–155.
- Balsam, P. D., Fairhurst, S., & Gallistel, C. R. (2006). Pavlovian contingencies and temporal information. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 284–294.
- Banks, R. K. (1976). Resistance to punishment as a function of intensity and frequency of prior punishment experience. *Learning and Motivation*, 7, 551–558.
- Barad, M. (2006). Anatomical, molecular, and cellular substrates of fear extinction. In M. G. Craske, D. Hermans, and D. Vansteenwegen (Eds.), *Fear and learning*. (pp. 157–173). Washington, DC: American Psychological Association.
- Barad, M., & Cain, C. K. (2007). Mechanisms of fear extinction: Toward improved treatment for anxiety. In L. J. Kirmayer, R. Lemelson, and M. Barad (Eds.), *Understanding trauma: Integrating biological, clinical, and cultural perspectives*. (pp. 78–97). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (1999). The unbearable automaticity of being. *American Psychologist*, 54, 462–479.
- Bargh, J. A., & Morsella, E. (2008). The unconscious mind. *Perspectives in psychological science*, 3, 73–79.
- Barlow, (1988). *Anxiety and its disorders*. New York: Guilford Press.
- Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1996). Second-order excitation mediated by a backward conditioned inhibitor. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 279–296.
- Barnet, R. C., Cole, R. P., & Miller, R. R. (1997). Temporal integration in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Animal Learning & Behavior*, 25, 221–233.
- Baron, A. (1965). Delayed punishment of a runway response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 60, 131–134.
- Baron, A., & Herpolsheimer, L. R. (1999). Averaging effects in the study of fixed ratio response patterns. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 145–153.
- Barry, R. J. (2004). Stimulus significance effects in habituation of the phasic and tonic orienting reflex. *Integrative Physiological & Behavioral Science*, 39, 166–179.
- Bashinski, H., Werner, J., & Rudy, J. (1985). Determinants of infant visual attention: Evidence for a two-process theory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 580–598.
- Batsell, W. R., & Paschall, G. Y. (2008). Mechanisms of overshadowing and potentiation in flavor-aversion conditioning. In S. Reilly and T. R. Schachtman, (Eds.), *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes*. (pp. 179–195). New York: Oxford University Press.
- Batsell, W. R., Jr., Paschall, G. Y., Gleason, D. I., & Batson, J. D. (2001). Taste preconditioning augments odor-aversion learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 30–47.
- Batson, J. D., & Batsell, W. R., Jr. (2000). Augmentation, not blocking, in an A+AX+ flavor-conditioning procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 466–471.
- Baum, M. (1969). Extinction of avoidance response following response prevention: Some parametric investigations. *Canadian Journal of Psychology*, 23, 1–10.
- Baum, M. (1970). Extinction of avoidance responding through response prevention (flooding). *Psychological Bulletin*, 74, 276–284.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231–242.
- Baum, W. M. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32, 269–281.
- Baum, W. M. (1993). Performances on ratio and interval schedules of reinforcement: Data and theory. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 245–264.
- Baum, W. M. (2002). From molecular to molar: A paradigm shift in behavior analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78, 95–116.
- Baum, W. M., & Aparicio, C. F. (1999). Optimality and concurrent variable-interval variable-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 75–89.
- Beatty, W. W., & Shavalia, D. A. (1980). Spatial memory in rats: Time course of working memory and effects of anesthetics. *Behavioral and Neural Biology*, 28, 454–462.
- Bechtarev, V. M. (1913). *La psychologie objective*. Paris: Alcan.
- Beck, B. B. (1980). *Animal tool behavior*. New York: Garland Press.
- Beck, C. D. O., & Rankin, C. H. (1997). Long-term habituation is produced by distributed training at long ISIs and not by massed training or short ISIs in *Caenorhabditis elegans*. *Animal Learning & Behavior*, 25, 446–457.
- Bee, M. A. (2001). Habituation and sensitization of aggression in bullfrogs (*Rana catesbeiana*): Testing the dual-process theory of habituation. *Journal of Comparative Psychology*, 115, 307–316.
- Begley, S. (2001, Feb. 12). How it all starts inside your brain. *Newsweek*, 137(7), 40–42.
- Belke, T. W., & Hancock, S. D. (2003). Responding for sucrose and wheel-running reinforcement: Effects of sucrose concentration and wheel-running reinforcer duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 243–265.

- Bell, M. C., Gomez, B. E., & Kessler, K. (2008). Signals, resistance to change, and conditioned reinforcement in a multiple schedule. *Behavioural Processes*, 78, 158–164.
- Berg, M. E., & Grace, R. C. (2006). Initial-link duration and acquisition of preference in concurrent chain. *Learning & Behavior*, 34, 50–60.
- Bernstein, I. L. (1978). Learned taste aversions in children receiving chemotherapy. *Science*, 200, 1302–1303.
- Bernstein, I. L. (1991). Aversion conditioning in response to cancer and cancer treatment. *Clinical Psychology Review*, 11, 185–191.
- Bernstein, I. L., & Borson, S. (1986). Learned food aversion: A component of anorexia syndromes. *Psychological Review*, 93, 462–472.
- Bernstein, I. L., & Webster, M. M. (1980). Learned taste aversions in humans. *Physiology and Behavior*, 25, 363–366.
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (2003). Parsing reward. *Trends in Neuroscience*, 26, 507–513.
- Berridge, K. C., & Schulkin, J. (1989). Palatability shift of a salt-associated incentive during sodium depletion. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 121–138.
- Best, M. R., Dunn, D. P., Batson, J. D., Meachum, C. L., & Nash, S. M. (1985). Extinguishing conditioned inhibition in flavour-aversion learning: Effects of repeated testing and extinction of the excitatory element. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37B, 359–378.
- Bevins, R. A., McPhee, J. E., Rauhut, A. S., & Ayres, J. J. B. (1997). Converging evidence for one-trial context fear conditioning with an immediate shock: Importance of shock potency. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 312–324.
- Bickel, W. K., Green, L., & Vuchinich, R. E. (1995). Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 257–262.
- Bitterman, M. E. (1964). Classical conditioning in the goldfish as a function of the CS-US interval. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 58, 359–366.
- Bitterman, M. E. (1988). Vertebrate-invertebrate comparisons. In H. J. Jerison & I. Jerison (Eds.) *Intelligence and evolutionary biology* (NATO ASI Series, Vol. G17, pp. 251–276). Berlin: Springer.
- Bitterman, M. E. (1996). Comparative analysis of learning in honeybees. *Animal Learning & Behavior*, 24, 123–141.
- Bizo, L. A., & Killeen, P. R. (1997). Models of ratio schedule performance. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 351–367.
- Bizo, L. A., & McMahon, C. V. (2007). Temporal generalization and peak shift in humans. *Learning & Behavior*, 35, 123–130.
- Bjork, R. A. (1972). The updating of human memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 12, pp. 235–259). New York: Academic Press.
- Blackman, D. (1977). Conditioned suppression and the effects of classical conditioning on operant behavior. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. (pp. 340–363). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Blackmore, T. L., Foster, T. M., Sumpter, C. E., & Temple, W. (2008). An investigation of colour discrimination with horses (*Equus caballus*). *Behavioural Processes*, 78, 387–396.
- Blaisdell, A. P., Gunther, L. M., & Miller, R. R. (1999). Recovery from blocking through deflation of the blocking stimulus. *Animal Learning & Behavior*, 27, 63–76.
- Blakely, E., & Schlinger, H. (1988). Determinants of pausing under variable-ratio schedules: Reinforcer magnitude, ratio size, and schedule configuration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 65–73.
- Blakemore, C., & Cooper, G. F. (1970). Development of the brain depends on visual environment. *Science*, 228, 477–478.
- Blanchard, D. C. (1997). Stimulus, environmental, and pharmacological control of defensive behaviors. In M. E. Bouton and M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition*. (pp. 283–303). Washington, DC: American Psychological Association.
- Blass, E. M., Ganchrow, J. R., & Steiner, J. E. (1984). Classical conditioning in newborn humans 2–48 hours of age. *Infant Behavior and Development*, 7, 223–235.
- Bliss, T. V. P., & Lomo, T. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *Journal of Physiology*, 232, 331–356.
- Blokland, A., Geraerts, E., & Been, M. (2004). A detailed analysis of rats' spatial memory in a probe trial of a Morris task. *Behavioural Brain Research*, 154, 71–75.
- Blough, D. S. (1959). Delayed matching in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2, 151–160.
- Bluff, L. A., Weir, A. A. S., Rutz, C., Wimpenny, J. H., & Kacelnik, A. (2007). Tool-related cognition in New Caledonian Crows. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 2, 1–25.
- Blumberg, M. S., & Wasserman, E. A. (1995). Animal mind and the argument from design. *American Psychologist*, 50, 133–144.
- Boakes, R. A. (1984). From Darwin to behaviourism. Cambridge: Cambridge University Press.
- Boakes, R. A., & Halliday, M. S. (Eds.). (1972). Inhibition and learning. London: Academic Press.
- Bodily, K. D., Katz, J. S., & Wright, A. A. (2008). Matching-to-sample abstract concept learning by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 178–184.
- Boice, R. (1973). Domestication. *Psychological Bulletin*, 80, 215–230.
- Boice, R. (1977). Burrows of wild and albino rats: Effects of domestication, outdoor raising, age, experience, and maternal state. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91, 649–661.
- Boice, R. (1981). Behavioral comparability of wild and domesticated rats. *Behavior Genetics*, 11, 545–553.
- Bolles, R. C. (1969). Avoidance and escape learning: Simultaneous acquisition of different responses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 68, 355–358.
- Bolles, R. C. (1970). Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review*, 71, 32–48.
- Bolles, R. C. (1971). Species-specific defense reaction. In F. R. Brush (Ed.), *Aversive conditioning and learning* (pp. 183–233). New York: Academic Press.

- Bolles, R. C. (1972). Reinforcement, expectancy, and learning. *Psychological Review*, 79, 394-409.
- Bolles, R. C., & Fanselow, M. S. (1980). A perceptual defensive-recuperative model of fear and pain. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 291-323.
- Bolles, R. C., & Grossen, N. E. (1969). Effects of an informational stimulus on the acquisition of avoidance behavior in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 68, 90-99.
- Bolles, R. C., Holtz, R., Dunn, T., & Hill, W. (1980). Comparisons of stimulus learning and response learning in a punishment situation. *Learning and Motivation*, 11, 78-96.
- Borovsky, D., & Rovee-Collier, C. (1990). Contextual constraints on memory retrieval at six months. *Child Development*, 61, 1569-1583.
- Borrero, J. C., Crisolo, S. S., Tu, Q., Rieland, W. A., Ross, N. A., Francisco, M. T., & Yamamoto, K. Y. (2007). An application of the matching law to social dynamics. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 40, 589-601.
- Borszcz, G. S., Cranney, J., & Leaton, R. N. (1989). Influence of long-term sensitization on long-term habituation of the acoustic startle response in rats: Central gray lesions, preexposure, and extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 54-64.
- Bouton, M. E. (1984). Differential control by context in the inflation and reinstatement paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 56-74.
- Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99.
- Bouton, M. E. (1994). Conditioning, remembering, and forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 219-231.
- Bouton, M. E. (2001). Classical conditioning and clinical psychology. In N. J. Smelser and P. B. Baltes (Eds.), *Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Elsevier Science.
- Bouton, M. E., & Bolles, R. C. (1980). Conditioned fear assessed by freezing and by the suppression of three different baselines. *Animal Learning & Behavior*, 8, 429-434.
- Bouton, M. E., & King, D. A. (1983). Contextual control of the extinction of conditioned fear: Tests for the associative value of the context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 248-265.
- Bouton, M. E., & Nelson, J. B. (1998). The role of context in classical conditioning: Some implications for behavior therapy. In O'Donohue, W. (Ed.), *Learning and behavior therapy*. (pp. 59-84). Boston: Allyn and Bacon.
- Bouton, M. E., & Ricker, S. T. (1994). Renewal of extinguished responding in a second context. *Animal Learning & Behavior*, 22, 317-324.
- Bouton, M. E., & Swartzentruber, D. (1986). Analysis of the associative and occasion-setting properties of contexts participating in a Pavlovian discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 12, 333-350.
- Bouton, M. E., & Woods, A. M. (2008). Extinction: Behavioral mechanisms and their implications. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. In J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (Vol. 1, pp. 151-172). Oxford: Elsevier.
- Bouton, M. E., Kenney, F. A., & Rosengard, C. (1990). State-dependent fear extinction with two benzodiazepine tranquilizers. *Behavioral Neuroscience*, 104, 44-55.
- Bouton, M. E., Mineka, S., & Barlow, D. H. (2001). A modern learning theory perspective on the etiology of panic disorder. *Psychological Review*, 108, 4-32.
- Bouton, M. E., Woods, A. M., Moody, E. W., Sunsay, C., & Garcia-Gutiérrez, A. (2006). Counteracting the context-dependence of extinction: Relapse and tests of some relapse prevention methods. In M. G. Craske, D. Hermans, and D. Vansteenwegen (Eds.), *Fear and learning*. (pp. 175-196). Washington, DC: American Psychological Association.
- Bowe, C. A., Miller, J. D., & Green, L. (1987). Qualities and locations of stimuli and responses affecting discrimination learning of chinchillas (*Chinchilla laniger*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of Comparative Psychology*, 101, 132-138.
- Bradfield, L., & McNally, G. P. (2008). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 256-265.
- Bradley, M. M., Moulder, B., & Lang, P. J. (2005). When good things go bad: The reflex physiology of defense. *Psychological Science*, 16, 468-473.
- Brakke, K. E., & Savage-Rumbaugh, E. S. (1995). The development of language skills in bonobo and chimpanzee. I. Comprehension. *Language & Communication*, 15, 121-148.
- Branch, M. N., & Hackenberg, T. D. (1998). Humans are animals, too: Connecting animal research to human behavior and cognition. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 15-35). Boston: Allyn and Bacon.
- Brannon, E. M., Cantlon, J. F., & Terrace, H. S. (2006). The role of reference points in ordinal numerical comparisons by rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 120-134.
- Breland, K., & Breland, M. (1961). The misbehavior of organisms. *American Psychologist*, 16, 681-684.
- Briggs, J. F., & Riccio, D. C. (2007). Retrograde amnesia for extinction: Similarities with amnesia for original acquisition memories. *Learning & Behavior*, 35, 131-140.
- Brogden, W. J., Lipman, E. A., & Culler, E. (1938). The role of incentive in conditioning and extinction. *American Journal of Psychology*, 51, 109-117.
- Brooks, D. C. (2000). Recent and remote extinction cues reduce spontaneous recovery. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53B, 25-58.
- Brooks, D. C., & Bouton, M. E. (1993). A retrieval cue for extinction attenuates spontaneous recovery. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 77-89.
- Brooks, D. C., & Bouton, M. E. (1994). A retrieval cue for extinction attenuates response recovery caused by a return to the conditioning context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 366-379.
- Brooks, D. C., Bowker, J. L., Anderson, J. E., & Palmatier, M. I. (2003). Impact of brief or extended extinction of a taste aversion in inhibitory associations: Evidence from summation, retardation, and preference tests. *Learning & Behavior*, 31, 69-84.
- Brooks, D. C., Palmatier, M. I., Garcia, E. O., & Johnson, J. L. (1999). An extinction cue reduces spontaneous recovery of a conditioned taste aversion. *Animal Learning & Behavior*, 27, 77-88.

- Brooks, D. I., Wasserman, E. A. (2008). Same/different discrimination learning with trial-unique stimuli. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 644–650.
- Brown, B. L., Hemmes, N. S., & de Vaca, S. C. (1997). Timing of the CS-US interval by pigeons in trace and delay autoshaping. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 40–53.
- Brown, G. S., & White, K. G. (2005). On the effects of signaling reinforcer probability and magnitude in delayed matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83, 119–128.
- Brown, J. S. (1969). Factors affecting self-punitive behavior. In B. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Brown, J. S., & Cunningham, C. L. (1981). The paradox of persisting self-punitive behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 5, 343–354.
- Brown, J. S., & Jacobs, A. (1949). The role of fear in the motivation and acquisition of responses. *Journal of Experimental Psychology*, 39, 747–759.
- Brown, M. F., Farley, R. F., & Lorek, E. J. (2007). Remembrance of places you passed: Social spatial working memory in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 213–224.
- Brown, M. F., Wheeler, E. A., & Riley, D. A. (1989). Evidence for a shift in the choice criterion of rats in a 12-arm radial maze. *Animal Learning & Behavior*, 17, 12–20.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping the pigeon's key peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1–8.
- Budzynski, C. A., & Bingman, V. P. (1999). Time-of-day discriminative learning in homing pigeons, *Columba livia*. *Animal Learning & Behavior*, 27, 295–302.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 755–765.
- Bulow, P. J., & Meller, P. J. (1998). Predicting teenage girls' sexual activity and contraception use: An application of matching law. *Journal of Community Psychology*, 26, 581–596.
- Burkhard, B., Rachlin, H., & Schrauder, S. (1978). Reinforcement and punishment in a closed system. *Learning and Motivation*, 9, 392–410.
- Burns, M., & Domjan, M. (1996). Sign tracking versus goal tracking in the sexual conditioning of male Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 297–306.
- Burns, M., & Domjan, M. (2000). Sign tracking in domesticated quail with one trial a day: Generality across CS and US parameters. *Animal Learning & Behavior*, 28, 109–119.
- Burns, M., & Domjan, M. (2001). Topography of spatially directed conditioned responding: Effects of context and trial duration. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 269–278.
- Byrne, J. H. (Ed.) (2008). *Learning and Memory: A comprehensive Reference*. (Vols. 1–4). Oxford: Elsevier.
- Cadiou, N., El Ghadraoui, L., & Cadiou, J.-C. (2000). Egg-laying preference for ethanol involving learning has adaptive significance in *Drosophila melanogaster*. *Animal Learning & Behavior*, 28, 187–194.
- Cain, C. K., & LeDoux, J. E. (2007). Escape from fear: A detailed behavioral analysis of two atypical responses reinforced by CS termination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 451–463.
- Cain, C. K., Blouin, A. M., & Barad, M. (2003). Temporally massed CS presentations generate more fear extinction than spaced presentations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 323–333.
- Cameron, J., & Pierce, W. D. (1994). Reinforcement, reward, and intrinsic motivation: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 64, 363–423.
- Cameron, J., Banko, K. M., & Pierce, W. D. (2001). Pervasive negative effects of rewards on intrinsic motivation: The myth continues. *The Behavior Analyst*, 24, 1–44.
- Camhi, J. M. (1984). *Neuroethology*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Camp, D. S., Raymond, G. A., & Church, R. M. (1967). Temporal relationship between response and punishment. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 114–123.
- Campbell, B. A., & Church, R. M. (Eds.). (1969). *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Campbell, B. A., & Randall, P. K. (1976). The effect of reinstatement stimulus conditions on the maintenance of long-term memory. *Developmental Psychobiology*, 9, 325–333.
- Campolattaro, M. M., Schnitker, K. M., & Freeman, J. H. (2008). Changes in inhibition during differential eyeblink conditioning with increased training. *Learning & Behavior*, 36, 159–165.
- Cándido, A., González, F., & de Brugada, I. (2004). Safety signals from avoidance learning but not from yoked classical conditioning training pass both summation and retardation tests of inhibition. *Behavioural Processes*, 66, 153–160.
- Cándido, A., Maldonado, A., & Vila, J. (1991). Effects of duration of feedback on signaled avoidance. *Animal Learning & Behavior*, 19, 81–87.
- Capaldi, E. D., Hunter, M. J., & Lyn, S. A. (1997). Conditioning with taste as the CS in conditioned flavor preference learning. *Animal Learning & Behavior*, 25, 427–436.
- Capaldi, E. J. (1967). A sequential hypothesis of instrumental learning. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 1, pp. 67–156). New York: Academic Press.
- Capaldi, E. J. (1971). Memory and learning: A sequential viewpoint. In W. K. Honig & P. H. R. James (Eds.), *Animal memory* (pp. 115–154). New York: Academic Press.
- Capaldi, E. J., Alptekin, S., & Birmingham, K. M. (1996). Instrumental performance and time between reinforcements: Intimate relation to learning or memory retrieval? *Animal Learning & Behavior*, 24, 211–220.
- Capaldi, E. J., Alptekin, S., Miller, D. J., & Barry, K. (1992). The role of instrumental responses in memory retrieval in a T-maze. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45B, 65–76.
- Carew, T. J., Hawkins, R. D., & Kandel, E. R. (1983). Differential classical conditioning of a defensive withdrawal reflex in *Aplysia californica*. *Science*, 219, 397–400.

- Carlson, C. L., & Tamm, L. (2000). Responsiveness of children with attention deficit-hyperactivity disorder to reward and response cost: Differential impact on performance and motivation. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 73–83.
- Carr, D., & Blackman, D. E. (2001). Relations among equivalence, naming, and conflicting baseline control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 55–76.
- Carr, D., Wilkinson, K. M., Blackman, D., & McIlvane, W. J. (2000). Equivalence classes in individuals with minimal verbal repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 101–114.
- Carrell, L. E., Cannon, D. S., Best, M. R., & Stone, M. J. (1986). Nausea and radiation-induced taste aversions in cancer patients. *Appetite*, 7, 203–208.
- Carroll, M. E., & Overmier, J. B. (Eds.) (2001). *Animal research and human health*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Carter, M. M., Hollon, S. D., Carson, R., & Shelton, R. C. (1995). Effects of a safe person on induced distress following a biological challenge in panic disorder with agoraphobics. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 156–163.
- Catania, A. C. (1999). Thorndike's legacy: Learning, selection, and the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 425–428.
- Chance, P. (1999). Thorndike's puzzle boxes and the origins of the experimental analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 433–440.
- Chamizo, V. D., Rodrigo, T., Mackintosh, N. J. (2006). Spatial integration with rats. *Learning & Behavior*, 34, 348–354.
- Chang, R. C., Blaisdell, A. P., & Miller, R. R. (2003). Backward conditioning: Mediation by context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 171–183.
- Chappell, J., & Kacelnik, A. (2002). Tool selectivity in a non-primate, the New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*). *Animal Cognition*, 5, 71–78.
- Charlop, M. H., Kurtz, P. F., & Casey, F. G. (1990). Using aberrant behaviors as reinforcers for autistic children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 23, 163–181.
- Chase, A. R. (2001). Music discrimination by carp (*Cyprinus carpio*). *Animal Learning & Behavior*, 29, 336–353.
- Chelonis, J. J., Calton, J. L., Hart, J. A., & Schachtman, T. R. (1999). Attenuation of the renewal effect by extinction in multiple contexts. *Learning and Motivation*, 30, 1–14.
- Chen, J.-S., & Amsel, A. (1980). Learned persistence at 11–12 but not at 10–11 days in infant rats. *Developmental Psychobiology*, 13, 481–491.
- Cheng, K., & Crystal, J. D. (2008). Learning to time intervals. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference*. (pp. 341–364). Oxford: Elsevier.
- Cheng, K., & Newcombe, N. S. (2005). Is there a geometric module for spatial orientation? Squaring theory and evidence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1–23.
- Cheng, K., & Spetch, M. L. (1995). Stimulus control in the use of landmarks by pigeons in a touch-screen task. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 187–201.
- Cheng, K., & Spetch, M. L. (2002). Spatial generalization and peak shift in humans. *Learning and Motivation*, 33, 358–389.
- Chomsky, N. (1972). *Language and mind*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Church, R. M. (1963). The varied effects of punishment on behavior. *Psychological Review*, 70, 369–402.
- Church, R. M. (1969). Response suppression. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 111–156). New York: Appleton Century-Crofts.
- Church, R. M. (2003). A concise introduction to scalar timing theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 2–21). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Church, R. M. (2006). Behavioristic, cognitive, biological, and quantitative explanations of timing. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 249–269). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Church, R. M., Getty, D. J., & Lerner, N. D. (1976). Duration discrimination by rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 303–312.
- Church, R. M., Meck, W. H., & Gibbon, J. (1994). Application of scalar timing theory to individual trials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 135–155.
- Clark, R. E., & Squire, L. R. (1998). Classical conditioning and brain systems: The role of awareness. *Science*, 280, 77–81.
- Clayton, N. S., & Dickinson, A. (1999). Scrub jays (*Aphelocoma coerulescens*) remember the relative time of caching as well as the location and content of their caches. *Journal of Comparative Psychology*, 113, 403–416.
- Clayton, N. S., Bussey, T. J., & Dickinson, A. (2003). Can animals recall the past and plan for the future? *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 685–691.
- Clelland, G. G., & Davey, G. C. L. (1982). The effects of satiation and reinforcer devaluation on signal centered behavior in the rat. *Learning and Motivation*, 13, 343–360.
- Clelland, G. G., & Davey, G. C. L. (1983). Autoshaping in the rat: The effects of localizable visual and auditory signals for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 40, 47–56.
- Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2000). Development of a single-code/default coding strategy in pigeons. *Psychological Science*, 11, 261–264.
- Cole, M. R. (1994). Response-rate differences in variable-interval and variable-ratio schedules: An old problem revisited. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 441–451.
- Cole, M. R. (1999). Molar and molecular control in variable-interval and variable-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 319–328.
- Cole, M. R., & Chappell-Stephenson, R. (2003). Exploring the limits of spatial memory in rats, using very large mazes. *Learning & Behavior*, 31, 349–368.
- Cole, R. P., Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1995). Temporal encoding in trace conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 144–153.
- Cole, R. P., Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1997). An evaluation of

- conditioned inhibition as defined by Rescorla's two-test strategy. *Learning and Motivation*, 28, 323–341.
- Colombo, M., & Frost, N. (2001). Representation of serial order in humans: A comparison to the findings with monkeys (*Cebus apella*). *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 262–269.
- Colwill, R. M., & Delamater, B. A. (1995). An associative analysis of instrumental biconditional discrimination learning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 218–233.
- Colwill, R. M., & Motzkin, D. K. (1994). Encoding of the unconditioned stimulus in Pavlovian conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 22, 384–394.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1986). Associative structures in instrumental learning. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 20, pp. 55–104). Orlando, FL: Academic Press.
- Colwill, R. M., & Rescorla, R. A. (1990). Evidence for the hierarchical structure of instrumental learning. *Animal Learning & Behavior*, 18, 71–82.
- Colwill, R. M., Goodrum, K., & Martin, A. (1997). Pavlovian appetitive discriminative conditioning in *Aplysia californica*. *Animal Learning & Behavior*, 25, 268–276.
- Conklin, C. A., & Tiffany, S. T. (2002). Applying extinction research and theory to cue-exposure addiction treatments. *Addiction*, 97, 155–167.
- Conn, P. M., & Parker, J. (1998). Animal rights: Reaching the public. *Science*, 282, 1417.
- Cook, R. G., & Wasserman, E. A. (2006). Relational discrimination learning in pigeons. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 307–324). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Cook, R. G., & Wasserman, E. A. (2007). Learning and transfer of relational matching-to-sample. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 1107–1114.
- Cook, R. G., Brown, M. F., & Riley, D. A. (1985). Flexible memory processing by rats: Use of prospective and retrospective information in the radial maze. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 453–469.
- Cook, R. G., Levison, D. G., Gillett, S. R., Blaisdell, A. P. (2005). Capacity and limits of associative memory in pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 350–358.
- Courville, A. C., Daw, N. D., & Touretzky, D. S., (2006). Bayesian theories of conditioning in a changing world. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 294–300.
- Craig, W. (1918). Appetites and aversions as constituents of instinct. *Biological Bulletin*, 34, 91–107.
- Craske, M. G. (1999). *Anxiety disorders: Psychological approaches to theory and treatment*. Boulder, CO: Westview Press.
- Craske, M. G., & Mystkowski, J. L. (2006). Exposure therapy and extinction: Clinical studies. In M. G. Craske, D. Hermans, and D. Vansteenwegen (Eds.), *Fear and learning* (pp. 217–233). Washington, DC: American Psychological Association.
- Craske, M. G., & Waters, A. M. (2005). Panic disorder, phobias, and generalized anxiety disorder. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 197–225.
- Craske, M. G., Glover, D., & DeCola, J. (1995). Predicted versus unpredicted panic attacks: Acute versus general distress. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 214–223.
- Craske, M. G., Hermans, D., & Vansteenwegen, D. (Eds.) (2006). *Fear and learning*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Crespi, L. P. (1942). Quantitative variation in incentive and performance in the white rat. *American Journal of Psychology*, 55, 467–517.
- Critchfield, T. S., & Kollins, S. H. (2001). Temporal discounting: Basic research and the analysis of socially important behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34, 101–122.
- Critchfield, T. S., & Lattal, K. A. (1993). Acquisition of a spatially defined operant with delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 373–387.
- Critchfield, T. S., Paletz, E. M., MacAleese, K. R., & Newland, M. C. (2003). Punishment in human choice: Direct or competitive suppression? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 80, 1–27.
- Critchfield, T. S., Haley, R., Sabo, B., Colbert, J., & Macropoulis, G. (2003). A half century of scalloping in the work habits of the United States Congress. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 36, 465–486.
- Cronin, P. B. (1980). Reinstatement of post response stimuli prior to reward in delayed-reward discrimination learning by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 8, 352–358.
- Crookes, A. E., & Moran, P. M. (2003). An investigation into age and gender differences in human Kamin blocking, using a computerized task. *Developmental Neuropsychology*, 24, 461–477.
- Crossman, E. K., Bonem, E. J., & Phelps, B. J. (1987). A comparison of response patterns on fixed-, variable-, and random-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 395–406.
- Crown, E. D., & Grau, J. W. (2001). Preserving and restoring behavioral potential within the spinal cord using an instrumental training paradigm. *Journal of Neurophysiology*, 86, 845–855.
- Crystal, J. D. (2006). Sensitivity to time: Implications for the representation of time. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.) *Comparative cognition* (pp. 270–284). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Crystal, J. D., & Baramidze, G. T. (2007). Endogenous oscillations in short-interval timing. *Behavioural Processes*, 74, 152–158.
- Cumming, W. W. (1999). A review of Geraldine Joncich's *The sane positivist: A biography of Edward L. Thorndike*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 429–432.
- Cunningham, C. L. (1979). Alcohol as a cue for extinction: State dependency produced by conditioned inhibition. *Animal Learning & Behavior*, 7, 45–52.
- Cusato, B., & Domjan, M. (1998). Special efficacy of sexual conditioned stimuli that include species typical cues: Tests with a CS pre-exposure design. *Learning and Motivation*, 29, 152–167.
- Cusato, B., & Domjan, M. (2000). Facilitation of appetitive conditioning with naturalistic conditioned stimuli: CS and US factors. *Animal Learning and Behavior*, 28, 247–256.
- Dallery, J., Soto, P. L., & McDowell, J. J. (2005). A test of the formal and modern theories of matching. *Jour-*

- nal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 129–145.
- Dally, J. M., Emery, N. J., & Clayton, N. S. (2006). Food caching Western scrub-jays keep track of who was watching when. *Science*, 312, 1662–1665.
- Daman-Wasserman, M., Brennan, B., Radcliffe, F., Prigot, J., & Fagen, J. (2006). Auditory-visual context and memory retrieval in 3-month-old infants. *Infancy*, 10, 201–220.
- D'Amato, M. R. (1973). Delayed matching and short-term memory in monkeys. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 7, pp. 227–269). New York: Academic Press.
- D'Amato, M. R., & Colombo, M. (1985). Auditory matching-to-sample in monkeys (Cebus apella). *Animal Learning & Behavior*, 13, 375–382.
- D'Amato, M. R., & Colombo, M. (1988). Representation of serial order in monkeys (Cebus apella). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 131–139.
- D'Amato, M. R., & Salmon, D. P. (1982). Tune discrimination in monkeys (Cebus apella) and in rats. *Animal Learning & Behavior*, 10, 126–134.
- D'Amato, M. R., Fazzaro, J., & Etkin, M. (1968). Anticipatory responding and avoidance discrimination as factors in avoidance conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 77, 41–47.
- Dardano, J. F., & Sauerbrunn, D. (1964). An aversive stimulus as a correlated block counter in FR performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 37–43.
- Darwin, C. (1897). *The descent of man and selection in relation to sex*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Davey, G. C. L., & Cleland, G. G. (1982). Topography of signal-centered behavior in the rat: Effects of deprivation state and reinforcer type. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 291–304.
- Davey, G. C. L., Phillips, S., & Cleland, G. G. (1981). The topography of signal-centered behaviour in the rat: The effects of solid and liquid food reinforcers. *Behaviour Analysis Letters*, 1, 331–337.
- Davidson, T. L., Aparicio, J., & Rescorla, R. A. (1988). Transfer between Pavlovian facilitators and instrumental discriminative stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 16, 285–291.
- Davidson, T. L., Flynn, F. W., & Jarrod, L. E. (1992). Potency of food deprivation intensity cues as discriminative stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 174–181.
- Davis, E. R., & Platt, J. R. (1983). Contiguity and contingency in the acquisition and maintenance of an operant. *Learning and Motivation*, 14, 487–512.
- Davis, H. (1968). Conditioned suppression: A survey of the literature. *Psychonomic Monograph Supplements*, 2 (14, Whole No. 30), 283–291.
- Davis, M. (1974). Sensitization of the rat startle response by noise. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 87, 571–581.
- Davis, M. (1989). Sensitization of the acoustic startle reflex by footshock. *Behavioral Neuroscience*, 103, 495–503.
- Davis, M. (1997). The neurophysiological basis of acoustic startle modulation: Research on fear motivation and sensory gating. In P. J. Lang, R. F. Simons, and M. T. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 69–96). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Davis, H. P., & Squire, L. R. (1984). Protein synthesis and memory: A review. *Psychological Bulletin*, 96, 518–559.
- Davis, M., Myers, K. M., Ressler, K. J., & Rothbaum, B. O. (2005). Facilitation of extinction of conditioned fear by D-cycloserine. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 214–219.
- Davis, R. L. (1996). Physiology and biochemistry of *Drosophila* learning mutants. *American Physiological Society*, 76, 299–317.
- Davison, M., & Baum, W. M. (2003). Every reinforcer counts: Reinforcer magnitude and local preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 80, 95–129.
- Davison, M., & McCarthy, D. (1988). The matching law: A research review. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Davison, M., & Nevin, J. A. (1999). Stimuli, reinforcers, and behavior: An integration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 439–482.
- De Houwer, J., Thomas, S., & Baeyens, F. (2001). Associative learning of likes and dislikes: A review of 25 years of research on human evaluative conditioning. *Psychological Bulletin*, 127, 853–869.
- de Kort, S. R., Dickinson, A., & Clayton, N. S. (2005). Retrospective cognition by food-caching Western scrub-jays. *Learning and Motivation*, 36, 159–176.
- de Kort, S. R., Tebbich, S., Dally, J. M., Emery, N. J., & Clayton, N. S. (2006). The comparative cognition of caching. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 602–615). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Dean, S. J., & Pittman, C. M. (1991). Self-punitive behavior: A revised analysis. In M. R. Denny (Ed.), *Fear, avoidance and phobias* (pp. 259–284). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- DeCarlo, L. T. (1985). Matching and maximizing with variable-time schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 75–81.
- Declercq, M., & De Houwer, J. (2008). On the role of US expectancies in avoidance behavior. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 99–102.
- DeCola, J. P., & Rosellini, R. A. (1990). Unpredictable/uncontrollable stress proactively interferes with appetitive Pavlovian conditioning. *Learning and Motivation*, 21, 137–152.
- DeFulio, A., & Hackenberg, T. D. (2007). Discriminated timeout avoidance in pigeons: The roles of added stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88, 51–71.
- DeGrandpre, R. J., Bickel, W. K., Rizvi, S. A. T., & Hughes, J. R. (1993). Effect of income on drug choice in humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 483–500.
- Deich, J. D., Allan, R. W., & Zeigler, H. P. (1988). Conjunctive differentiation of gape during food-reinforced keypecking in the pigeon. *Animal Learning & Behavior*, 16, 268–276.
- DeKeyne, A., & Deweer, B. (1990). Interaction between conflicting memories in the rat: Contextual pretest cuing reverses control of behavior by testing context. *Animal Learning & Behavior*, 18, 1–12.
- Delamater, A. R. (2004). Experimental extinction in Pavlovian conditioning: Behavioural and neuroscience perspectives. *Quarterly Journal*

- of *Experimental Psychology*, 57B, 97–132.
- Delamater, A. R. (1996). Effects of several extinction treatments upon the integrity of Pavlovian stimulus–outcome associations. *Animal Learning & Behavior*, 24, 437–449.
- Delamater, A. R., Campese, V., LoLordo, V. M., & Sclafani, A. (2006). Unconditioned stimulus devaluation effects in nutrient-conditioned flavor preferences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 295–306.
- Delamater, A. R., & Holland, P. C. (2008). The influence of CS-US interval on several different indices of learning in appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 202–222.
- Delgado, M. R., Olsson, A., & Phelps, E. A. (2006). Extending animal models of fear conditioning to humans. *Biological Psychiatry*, 73, 39–48.
- Delius, J. D., Jitsumori, M., & Siemann, M. (2000). Stimulus equivalencies through discrimination reversals. In C. Heyes and L. Huber (Eds.) *The evolution of cognition* (pp. 103–122). Cambridge, MA: Bradford/MIT Press.
- Denniston, J. C., Blaisdell, A. P., & Miller, R. R. (2004). Temporal coding in conditioned inhibition: Analysis of associative structure of inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 190–202.
- Denniston, J. C., Savastano, H. I., & Miller, R. R. (2001). The extended comparator hypothesis: Learning by contiguity, responding by relative strength. In R. R. Mowrer and S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 65–117). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Deroche-Gamonet, V., Belin, D., & Piazza, P. V. (2004). Evidence for addiction-like behavior in the rat. *Science*, 305, 1014–1017.
- de Vaca, S. C., Brown, B. L., & Hemmes, N. S. (1994). Internal clock and memory processes in animal timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 184–198.
- deVilliers, P. A. (1974). The law of effect and avoidance: A quantitative relationship between response rate and shock-frequency reduction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 223–235.
- DeVito, P. L., & Fowler, H. (1987). Enhancement of conditioned inhibition via an extinction treatment. *Animal Learning & Behavior*, 15, 448–454.
- Dewsbury, D. A. (1998). Celebrating E. L. Thorndike a century after. *Animal Intelligence. American Psychologist*, 53, 1121–1124.
- Dickinson, A., & Balleine, B. (1994). Motivational control of goal-directed behavior. *Animal Learning & Behavior*, 22, 1–18.
- Dickinson, A., & Brown, K. J. (2007). Flavor-evaluative conditioning is unaffected by contingency knowledge during training with color-flavor compounds. *Learning & Behavior*, 35, 36–42.
- Dickinson, A., Balleine, B., Watt, A., Gonzalez, F., & Boakes, R. A. (1995). Motivational control after extended instrumental training. *Animal Learning & Behavior*, 23, 197–206.
- Dickinson, A., Nicholas, D. J., & Macintosh, N. J. (1983). A re-examination of one-trial blocking in conditioned suppression. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 67–79.
- Dickinson, A., Watt, A., & Griffiths, W. J. H. (1992). Free-operant acquisition with delayed reinforcement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45B, 241–258.
- Didden, R., Prinsen, H., & Sigafos, J. (2000). The blocking effect of pictorial prompts on sight-word reading. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 317–320.
- DiGian, K. A., & Zentall, T. R. (2007). Pigeons may not use dual coding in the radial maze analog task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 262–272.
- Dinsmoor, J. A. (1952). A discrimination based on punishment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 27–45.
- Dinsmoor, J. A. (1954). Punishment: I. The avoidance hypothesis. *Psychological Review*, 61, 34–46.
- Dinsmoor, J. A. (1977). Escape, avoidance, punishment: Where do we stand? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 83–95.
- Dinsmoor, J. A. (1998). Punishment. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 188–204). Boston: Allyn Bacon.
- Dinsmoor, J. A. (2001a). Still no evidence for temporally extended shock-frequency reduction as a reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 367–378.
- Dinsmoor, J. A. (2001b). Stimuli inevitably generated by behavior that avoids electric shock are inherently reinforcing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 311–333.
- Dobrzecka, C., Szejewskowska, G., & Konorski, J. (1966). Qualitative versus directional cues in two forms of differentiation. *Science*, 153, 87–89.
- Dollard, J., Miller, N. E., Doob, L. W., Mowrer, O. H., & Sears, R. R. (1939). *Frustration and aggression*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Domjan, M. (1980). Ingestional aversion learning: Unique and general processes. In J. S. Rosenblatt, R. A. Hinde, C. Beer, & M. Busnel (Eds.), *Advances in the study of behavior* (Vol. 11). New York: Academic Press.
- Domjan, M. (1983). Biological constraints on instrumental and classical conditioning: Implications for general process theory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 17). New York: Academic Press.
- Domjan, M. (1987). Animal learning comes of age. *American Psychologist*, 42, 556–564.
- Domjan, M. (1997). Behavior systems and the demise of equipotentiality: Historical antecedents and evidence from sexual conditioning. In M. E. Bouton and M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition* (pp. 31–51). Washington, DC: American Psychological Association.
- Domjan, M. (1998). Going wild in the laboratory: Learning about species typical cues. In D. L. Medin (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 38, pp. 155–186). San Diego: Academic Press.
- Domjan, M. (2003). Stepping out of the box in considering the C/T ratio. *Behavioural Processes*, 62, 103–114.
- Domjan, M. (2005). Pavlovian conditioning: A functional perspective. *Annual Review of Psychology*, 56, 179–206.

- Domjan, M. (2008). Adaptive specializations and generality of the laws of classical and instrumental conditioning. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (pp. 327–340). Oxford: Elsevier.
- Domjan, M., Blesbois, E., & Williams, J. (1998). The adaptive significance of sexual conditioning: Pavlovian control of sperm release. *Psychological Science*, 9, 411–415.
- Domjan, M., Cusato, B., & Krause, M. (2004). Learning with arbitrary versus ecological conditioned stimuli: Evidence from sexual conditioning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 232–246.
- Domjan, M., Cusato, B., & Villarreal, R. (2000). Pavlovian Feed-Forward Mechanisms in the Control of Social Behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 235–249.
- Doyere, V., Debiec, J., Monfils, M.-H., Schafe, G. E., & LeDoux, J. E. (2007). Synapse-specific reconsolidation of distinct fear memories in the lateral amygdala. *Nature Neuroscience*, 10, 414–416.
- Dragoi, V., Staddon, J. E. R., Palmer, R. G., & Buhusi, C. V. (2003). Interval timing as an emergent learning property. *Psychological Review*, 110, 126–144.
- Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (2001). Behavioral momentum in computer-presented discriminations in individuals with severe mental retardation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 15–23.
- Dube, W. V., McIlvane, W. J., Mazitelli, K., & McNamara, B. (2003). Reinforcer rate effects and behavioral momentum in individuals with developmental disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, 108, 134–143.
- Ducharme, M. J., & Santi, A. (1993). Alterations in the memory code for temporal events induced by differential outcome expectancies in pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 21, 73–81.
- Dudai, Y. (1989). *The neurobiology of memory: Concepts, findings, trends*. Oxford University Press: Oxford.
- Dudai, Y. (2004). The neurobiology of consolidation, or, how stable is the engram? *Annual Review of Psychology*, 55, 51–86.
- Dudley, R. T., & Papini, M. R. (1995). Pavlovian performance of rats following unexpected reward omissions. *Learning and Motivation*, 26, 63–82.
- Dudley, R. T., & Papini, M. R. (1997). Amsel's frustration effect: A Pavlovian replication with control for frequency and distribution of rewards. *Physiology & Behavior*, 61, 627–629.
- Dweck, C. S., & Wagner, A. R. (1970). Situational cues and correlation between conditioned stimulus and unconditioned stimulus as determinants of the conditioned emotional response. *Psychonomic Science*, 18, 145–147.
- Dworkin, B. R. (1993). *Learning and physiological regulation*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Dwyer, D. M. (2005). Reinforcer devaluation in palatability-based learned flavor preferences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 487–492.
- Edgerton, V. R., Tillakaratne, N. J. K., Bigbee, A. J., de Leon, R. D., & Roy, R. R. (2004). Plasticity of the spinal neural circuitry after injury. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 145–167.
- Edhouse, W. V., & White, K. G. (1988a). Cumulative proactive interference in animal memory. *Animal Learning & Behavior*, 16, 461–467.
- Edhouse, W. V., & White, K. G. (1988b). Sources of proactive interference in animal memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 56–70.
- Ehrman, R. N., Robbins, S. J., Childress, A. R., & O'Brien, C. P. (1992). Conditioned responses to cocaine-related stimuli in cocaine abuse patients. *Psychopharmacology*, 107, 523–529.
- Eisenberger, R., & Adornetto, M. (1986). Generalized self-control of delay and effort. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1020–1031.
- Eisenberger, R., & Cameron, J. (1996). Detrimental effects of reward: Reality or Myth? *American Psychologist*, 51, 1153–1166.
- Eisenberger, R., & Shanock, L. (2003). Rewards, intrinsic motivation, and creativity: A case study of conceptual and methodological isolation. *Creativity Research Journal*, 15, 121–130.
- Eisenberger, R., Karpman, M., & Trattner, J. (1967). What is the necessary and sufficient condition for reinforcement in the contingency situation? *Journal of Experimental Psychology*, 74, 342–350.
- Ellins, S. R., Cramer, R. E., & Martin, G. C. (1982). Discrimination reversal learning in newts. *Animal Learning & Behavior*, 10, 301–304.
- Ellis, J., & Kvavilashvili, L. (2000). Prospective memory in 2000: Past, present, and future directions. *Applied Cognitive Psychology*, 14, S1–S9.
- Ellison, G. D. (1964). Differential salivary conditioning to traces. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57, 373–380.
- Emmert, J., & Renner, J. C. (2006). Scalar effects in the visual discrimination of numerosity by pigeons. *Learning & Behavior*, 34, 176–192.
- Epstein, L. H., Handley, E. A., Dearing, K. K., Cho, D. D., Roemmich, J. N., Paluch, R. A., Raja, S., Pak, Y., & Spring, B. (2006). Purchases of food in youth. *Psychological Science*, 17, 82–89.
- Epstein, L. H., Leddy, J. J., Temple, J. L., & Faith, M. S. (2007). Food reinforcement and eating: A multi-level analysis. *Psychological Bulletin*, 133, 884–906.
- Epstein, L. H., Robinson, J. L., Temple, J. L., Roemmich, J. N., Marusewski, A., & Nadbrzuch, R. (2008). Sensitization and habituation of motivated behavior in overweight and non-overweight children. *Learning and Motivation*, 39, 243–255.
- Epstein, L. H., Rodefer, J. S., Wisniewski, L., & Caggiula, A. R. (1992). Habituation and dishabituation of human salivary response. *Physiology & Behavior*, 51, 945–950.
- Epstein, L. H., Saad, F. G., Giacomelli, A. M., & Roemmich, J. N. (2005). Effects of allocation of attention on habituation to olfactory and visual food stimuli in children. *Physiology & Behavior*, 84, 313–319.
- Epstein, L. H., Saad, F. G., Handley, E. A., Roemmich, J. N., Hawk, L. W., & McSweeney, F. K. (2003). Habituation of salivation and motivated responding for food in children. *Appetite*, 41, 283–289.
- Escobar, M., & Miller, R. R. (2003). Timing in retroactive interference. *Learning & Behavior*, 31, 257–272.
- Escobar, M., Matute, H., & Miller, R. R. (2001). Cues trained apart

- compete for behavioral control in rats: Convergence with the associative interference literature. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 97–115.
- Esmoris-Arranz, F. J., Pardo-Vázquez, J. L., & Vázquez-García, G. A. (2003). Differential effects of forward or simultaneous conditioned stimulus-unconditioned stimulus intervals on the defensive behavior system of the Norway rat (*Rattus Norvegicus*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 334–340.
- Estes, W. K. (1943). Discriminative conditioning: I. A discriminative property of conditioned anticipation. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 150–155.
- Estes, W. K. (1944). An experimental study of punishment. *Psychological Monographs*, 57 (3, Whole No. 263).
- Estes, W. K. (1948). Discriminative conditioning: II. Effects of a Pavlovian conditioned stimulus upon a subsequently established operant response. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 173–177.
- Estes, W. K. (1969). Outline of a theory of punishment. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 57–82). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Estes, W. K., & Skinner, B. F. (1941). Some quantitative properties of anxiety. *Journal of Experimental Psychology*, 29, 390–400.
- Estévez, A. F., Fuentes, L. J., Mari-Beffa, P., González, C., & Alvarez, D. (2001). The differential outcome effect as a useful tool to improve conditional discrimination learning in children. *Learning and Motivation*, 32, 48–64.
- Ettenberg, A. (2004). Opponent process properties of self-administered cocaine. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27, 721–728.
- Everitt, B. J., & Robbins, T. W. (2005). Neural systems of reinforcement for drug addiction: From actions to habits to compulsion. *Nature Neuroscience*, 8, 1481–1489.
- Falls, W. A., & Davis, M. (1994). Fear-potentiated startle using three conditioned stimulus modalities. *Animal Learning & Behavior*, 22, 379–383.
- Fanselow, M. S. (1997). Species-specific defense reactions: Retrospect and prospect. In M. E. Bouton & M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition* (pp. 321–341). Washington, DC: American Psychological Association.
- Fanselow, M. S. (1998). Pavlovian conditioning, negative feedback, and blocking: Mechanisms that regulate association formation. *Neuron*, 20, 625–627.
- Fanselow, M. S. (1999). Learning theory and neuropsychology: Configuring their disparate elements in the hippocampus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 275–283.
- Fanselow, M. S., & Lester, L. S. (1988). A functional behavioristic approach to aversively motivated behavior: Predatory imminence as a determinant of the topography of defensive behavior. In R. C. Bolles & M. D. Beecher (Eds.), *Evolution and learning* (pp. 185–212). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fanselow, M. S., & Poulos, A. M. (2005). The neuroscience of mammalian associative learning. *Annual Review of Psychology*, 56, 207–234.
- Fanselow, M. S., Lester, L. S., & Helmstetter, F. J. (1988). Changes in feeding and foraging patterns as an antipredator defensive strategy: A laboratory simulation using aversive stimulation in a closed economy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 361–374.
- Farley, J., & Alkon, D. L. (1980). Neural organization predicts stimulus specificity for a retained associative behavioral change. *Science*, 210, 1373–1375.
- Farmer-Dougan, V. (1998). A disequilibrium analysis of incidental teaching determining reinforcement effects. *Behavior Modification*, 22, 78–95.
- Fath, S. J., Fields, L., Malott, M. K., & Grossett, D. (1983). Response rate, latency, and resistance to change. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 267–274.
- Feldman, D. T., & Gordon, W. C. (1979). The alleviation of short-term retention decrements with reactivation. *Learning and Motivation*, 10, 198–210.
- Felton, M., & Lyon, D. O. (1966). The post-reinforcement pause. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 131–134.
- Fendt, M., & Fanselow, M. (1999). The neuroanatomical and neurochemical basis of conditioned fear. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 23, 743–760.
- Ferrara, A., Lejeune, H., & Wearden, J. H. (1997). Changing sensitivity to duration in human scalar timing: An experiment, a review, and some possible explanations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 227–237.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fetterman, J. G. (1995). The psychophysics of remembered duration. *Animal Learning & Behavior*, 23, 49–62.
- Fetterman, J. G. (1996). Dimensions of stimulus complexity. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 3–18.
- Fetsko, L. A., Stebbins, H. E., Gallagher, K. K., & Colwill, R. M. (2005). Acquisition and extinction of facilitation in the C57BL/6J mouse. *Learning & Behavior*, 33, 479–500.
- Field, D. P., Tonneau, F., Ahearn, W., & Himeline, P. N. (1996). Preference between variable-ratio and fixed-ratio schedules: Local and extended relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 66, 283–295.
- Fiset, S. (2007). Landmark-based search memory in the domesticated dog (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology*, 121, 345–353.
- FitzGerald, R. E., Isler, R., Rosenberg, E., Oettinger, R., & Battig, K. (1985). Maze patrolling by rats with and without food reward. *Animal Learning & Behavior*, 13, 451–462.
- Flagel, S. B., Akil, H., & Robinson, T. E. (2008). Individual differences in the attribution of incentive salience to reward-related cues: Implications for addiction. *Neuropharmacology*, in press.
- Flaherty, C. F. (1996). *Incentive relativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Flaten, M. A., & Blumenthal, T. D. (1999). Caffeine-associated stimuli elicit conditioned responses: An experimental model of the placebo effect. *Psychopharmacology*, 145, 105–112.
- Foa, E. B., Zinbarg, R., & Rothbaum, B. O. (1992). Uncontrollability and unpredictability in post-traumatic stress disorder: An animal model. *Psychological Review*, 112, 218–238.
- Foltin, R. W. (1991). An economic analysis of “demand” for food in baboons.

- Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56, 445–454.
- Foltin, R. W. (1994). Does package size matter? A unit-price analysis of “demand” for food in baboons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 62, 293–306.
- Foltin, R. W. (1999). Food and cocaine self-administration by baboons: Effects of alternatives. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 215–234.
- Force, D. D., & LoLordo, V. M. (1973). Attention in the pigeon: The differential effects of food-getting vs. shock avoidance procedures. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 85, 551–558.
- Forestell, P. H., & Herman, L. M. (1988). Delayed matching of visual materials by a bottlenosed dolphin aided by auditory symbols. *Animal Learning & Behavior*, 16, 137–146.
- Fountain, S. B. (2006). The structure of sequential behavior. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.) *Comparative cognition* (pp. 439–458). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Fowler, H., Lysle, D. T., & DeVito, P. L. (1991). Conditioned excitation and conditioned inhibition of fear: Asymmetrical processes as evident in extinction. In M. R. Denny (Ed.), *Fear, avoidance and phobias* (pp. 317–362). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fox, R. M., & Azrin, N. H. (1973). The elimination of aubstic self-stimulatory behavior by overcorrection. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 6, 1–14.
- France, K. G., & Hudson, S. M. (1990). Behavior management of infant sleep disturbance. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 23, 91–98.
- Frankel, F. D. (1975). The role of response-punishment contingency in the suppression of a positively reinforced operant. *Learning and Motivation*, 6, 385–403.
- Frankland, P. W., & Yeomans, J. S. (1995). Fear-potentiated startle and electrically evoked startle mediated by synapses in rostralateral mid-brain. *Behavioral Neuroscience*, 109, 669–680.
- Freeman, J. H., & Nicholson, D. A. (2004). Developmental changes in the neural mechanisms of eyeblink conditioning. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3, 3–13.
- Fremouw, T., Herbranson, W. T., & Shimp, C. P. (2002). Dynamic shifts of avian local/global attention. *Animal Cognition*, 5, 233–243.
- Friedman, B. X., Blaisdell, A. P., Escobar, M., & Miller, R. R. (1998). Comparator mechanisms and conditioned inhibition: Conditioned stimulus preexposure disrupts Pavlovian conditioned inhibition but not explicitly unpaired inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 453–466.
- Frisher, M., & Beckett, H. (2006). Drug use desistance. *Criminology and criminal justice*, 6, 127–145.
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2000). Time, rate, and conditioning. *Psychological Review*, 107, 289–344.
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2001). Computational versus associative models of simple conditioning. *Current Directions in Psychological Science*, 10, 146–150.
- Galluccio, L., & Rovee-Collier, C. (1999). Reinstatement effects on retention at 3 months of age. *Learning and Motivation*, 30, 296–316.
- Gallup, G. G., Jr., & Suarez, S. D. (1985). Alternatives to the use of animals in psychological research. *American Psychologist*, 40, 1104–1111.
- Gamzu, E. R., & Williams, D. R. (1971). Classical conditioning of a complex skeletal act. *Science*, 171, 923–925.
- Gamzu, E. R., & Williams, D. R. (1973). Associative factors underlying the pigeon’s key pecking in autoshaping procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19, 225–232.
- Gant, W. H. (1966). Conditional or conditioned, reflex or response? *Conditioned Reflex*, 1, 69–74.
- Garber, J., & Seligman, M. E. P. (Eds.). (1980). *Human helplessness: Theory and application*. New York: Academic Press.
- Garcia, J., & Koelling, R. A. (1966). Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, 4, 123–124.
- Garcia, J., Ervin, F. R., & Koelling, R. A. (1966). Learning with prolonged delay of reinforcement. *Psychonomic Science*, 5, 121–122.
- Gardner, E. T., & Lewis, P. (1976). Negative reinforcement with shock-frequency increase. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 25, 3–14.
- Gardner, R. A., & Gardner, B. T. (1969). Teaching sign language to a chimpanzee. *Science*, 165, 664–672.
- Gardner, R. A., & Gardner, B. T. (1975). Early signs of language in child and chimpanzee. *Science*, 187, 752–753.
- Gardner, R. A., & Gardner, B. T. (1978). Comparative psychology and language acquisition. *Annals of the New York Academy of Science*, 309, 37–76.
- Gemberling, G. A., & Domjan, M. (1982). Selective association in one-day-old rats: Taste-toxicosis and textureshock aversion learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 96, 105–113.
- Gershoff, E. T. (2002). Parental corporal punishment and associated child behaviors and experiences: A meta-analytic and theoretical review. *Psychological Bulletin*, 128, 539–579.
- Gewirtz, J. C., Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (1998). Modulation of the acquisition of the rabbit eyeblink conditioned response by conditioned contextual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 106–117.
- Gharib, A., Derby, S., & Roberts, S. (2001). Timing and the control of variation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 165–178.
- Ghirlanda, S., & Enquist, M. (2003). A century of generalization. *Animal Behaviour*, 66, 15–36.
- Gibbon, J., & Balsam, P. (1981). Spreading association in time. In C. M. Locurto, H. S. Terrace, & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and conditioning theory* (pp. 219–253). New York: Academic Press.
- Gibbon, J., & Church, R. M. (1984). Sources of variance in an information processing theory of timing. In H. L. Roitblat, T. G. Bever, & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gibson, B. M., & Shettleworth, S. J. (2003). Competition among spatial cues in a naturalistic food-carrying task. *Learning & Behavior*, 31, 143–159.
- Gilbert, D. (2006). *Stumbling on happiness*. New York: Alfred A. Knopf.
- Gillan, D. J., & Domjan, M. (1977). Taste-aversion conditioning with expected versus unexpected drug treatment. *Journal of Experimental*

- Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 297–309.
- Gisiner, R., & Schusterman, R. J. (1992). Sequence, syntax, and semantics: Responses of a language-trained sea lion (*Zalophus californianus*) to novel sign combinations. *Journal of Comparative Psychology*, 106, 78–91.
- Gisquet-Verrier, P., & Alexinsky, T. (1990). Facilitative effect of a pretest exposure to the CS: Analysis and implications for the memory trace. *Animal Learning & Behavior*, 18, 323–331.
- Glanzman, D. L. (2006). The cellular mechanisms of learning in Aplysia: Of blind men and elephants. *Biological Bulletin*, 210, 271–279.
- Gnadt, W., & Grossberg, S. (2007). SOVEREIGN: An autonomous neural system for incrementally learning planned action sequences to navigate toward a rewarded goal. *Neural Networks*, 21, 699–758.
- Godsil, B. P., & Fanselow, M. S. (2004). Light stimulus change evokes an activity response in the rat. *Learning & Behavior*, 32, 299–310.
- Gold, P. (2008). Memory enhancing drugs. In H. Eichenbaum (Ed.), *Learning and memory: A comprehensive reference*. Vol. 3: Memory systems. (pp.555–576). Oxford: Elsevier.
- Goldshmidt, J. N., Lattal, K. M., & Fantino, E. (1998). Context effects on choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 301–320.
- Goodall, G. (1984). Learning due to the response-shock contingency in signalled punishment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36B, 259–279.
- Goodall, G., & Mackintosh, N. J. (1987). Analysis of the Pavlovian properties of signals for punishment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39B, 1–21.
- Gordon, W. C. (1981). Mechanisms for cue-induced retention enhancement. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanisms*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gordon, W. C., & Klein, R. L. (1994). Animal memory: The effects of context change on retention performance. In N. J. Mackintosh (Ed.), *Animal learning and cognition* (pp. 255–279). San Diego: Academic Press.
- Gordon, W. C., & Mowrer, R. R. (1980). An extinction trial as a reminder treatment following electroconvulsive shock. *Animal Learning & Behavior*, 8, 363–367.
- Gordon, W. C., McGinnis, C. M., & Weaver, M. S. (1985). The effect of cuing after backward conditioning trials. *Learning and Motivation*, 16, 444–463.
- Gormezano, I. (1966). Classical conditioning. In J. B. Sidowski (Ed.), *Experimental methods and instrumentation in psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Gormezano, I., Kehoe, E. J., & Marshall, B. S. (1983). Twenty years of classical conditioning research with the rabbit. In J. M. Prague & A. N. Epstein (Eds.), *Progress in psychology and physiological psychology* (Vol. 10). New York: Academic Press.
- Gosling, S. D. (2001). From mice to men: What can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin*, 127, 45–86.
- Gosling, S. D., John, O. P., Craik, K. H., & Robins, R. W. (1998). Do people know how they behave? Self-reported act frequencies compared with on-line codings by observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1337–1349.
- Gottlieb, D. A. (2004). Acquisition with partial and continuous reinforcement in pigeon autoshaping. *Learning & Behavior*, 32, 321–334.
- Gottlieb, D. A. (2008). Is the number of trials a primary determinant of conditioned responding? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 185–201.
- Grace, R. C. (1999). The matching law and amount-dependent exponential discounting as accounts of self-control choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 27–44.
- Grace, R. C., & Nevin, J. A. (2004). Behavioral momentum and Pavlovian conditioning. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 695–697.
- Graham, J. M., & Desjardins, C. (1980). Classical conditioning: Induction of luteinizing hormone and testosterone secretion in anticipation of sexual activity. *Science*, 210, 1039–1041.
- Grant, D. S. (1976). Effect of sample presentation time on long-delay matching in the pigeon. *Learning and Motivation*, 7, 580–590.
- Grant, D. S. (1982). Intratrial proactive interference in pigeon short-term memory: Manipulation of stimulus dimension and dimensional similarity. *Learning and Motivation*, 13, 417–433.
- Grant, D. S. (1991). Symmetrical and asymmetrical coding of food and no-food samples in delayed matching in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 186–193.
- Grant, D. S. (1993). Coding processes in pigeons. In T. R. Zentall (Ed.), *Animal cognition* (pp. 193–216). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Grant, D. S. (2000). Influence of intertrial interval duration on the intertrial agreement effect in delayed matching-to-sample with pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 28, 288–297.
- Grau, J. W., Crown, E. D., Ferguson, A. R., Washburn, S. N., Hook, M. A., & Miranda, R. C. (2006). Instrumental learning within the spinal cord: Underlying mechanisms and implications for recovery after injury. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 5, 1–48.
- Grau, J. W., & Joynes, R. L. (2001). Spinal cord injury: From animal research to human therapy. In M. E. Carroll & J. B. Overmier (Eds.), *Animal research and human health: Advancing human welfare through behavioral science* (pp. 209–226). Washington, DC: American Psychological Association.
- Grau, J. W., & Joynes, R. L. (2005). A neural-functionalist approach to learning. *International Journal of Comparative Psychology*, 18, 1–22.
- Green, L., & Estle, S. J. (2003). Preference reversals with food and water reinforcers in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 233–242.
- Green, L., & Freed, D. E. (1998). Behavioral economics. In O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 274–300). Boston: Allyn and Bacon.
- Greenfield, P. M., & Savage-Rumbaugh, E. S. (1990). Grammatical combination in Pan paniscus: Processes of learning and invention in the evolution and development of language. In S. T. Parker & K. R. Gibson (Eds.), *Language and intelligence in monkeys and apes* (pp. 540–578). Cambridge: Cambridge University Press.
- Greenfield, P., & Lyn, H. (2007). Symbol combination in Pan: Language, Action, and Culture. In D. A. Washburn (Ed.), *Primate*

- perspectives on behavior and cognition* (pp. 255–267). Washington, DC: American Psychological Association.
- Grice, G. R. (1948). The relation of secondary reinforcement to delayed reward in visual discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 1–16.
- Griffin, D. R. (1976). *The question of animal awareness*. New York: Rockefeller University Press.
- Griffin, D. R. (1992). *Animal minds*. Chicago: University of Chicago Press.
- Grigson, P. S., Twining, R. C., Freet, C. S., Wheeler, R. A., & Geddes, R. I. (2008). Drug-induced suppression of CS intake: Reward, aversion, and addiction. In Reilly, S., & Schachtman, T. R. (Eds.), (2008). *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes* (pp. 74–91). New York: Oxford University Press.
- Groves, P. M., & Thompson, R. F. (1970). Habituation: A dual-process theory. *Psychological Review*, 77, 419–450.
- Groves, P. M., Lee, D., & Thompson, R. F. (1969). Effects of stimulus frequency and intensity on habituation and sensitization in acute spinal cat. *Physiology and Behavior*, 4, 383–388.
- Gunther, L. M., Denniston, J. C., & Miller, R. R. (1998). Conducting exposure treatment in multiple contexts can prevent relapse. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 75–91.
- Gunther, M. (1961). Infant behavior at the breast. In B. Foss (Ed.), *Determinants of infant behavior*. London: Wiley.
- Gutiérrez, G., & Domjan, M. (1996). Learning and male-male sexual competition in Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Journal of Comparative Psychology*, 110, 170–175.
- Guttman, N., & Kalish, H. I. (1956). Discriminability and stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, 51, 79–88.
- Hackenberg, T. D., & Vaidya, M. (2003). Determinants of pigeons' choices in token-based self-control procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 207–218.
- Haggbloom, S. J., & Morris, K. M. (1994). Contextual cues and the retrieval of competing memories of goal events. *Animal Learning & Behavior*, 22, 165–172.
- Haggbloom, S. J., Lovelace, L., Brewer, V. R., Levins, S. M., Owens, J. D. (1990). Replacement of event-generated memories of nonreinforcement with signal-generated memories of reinforcement during partial reinforcement training: Effects on resistance to extinction. *Animal Learning & Behavior*, 18, 315–322.
- Hailman, J. P. (1967). The ontogeny of an instinct. *Behaviour Supplements*, 15, 1–159.
- Hake, D. F., & Azrin, N. H. (1965). Conditioned punishment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 8, 279–293.
- Hall, G. (1991). *Perceptual and associative learning*. Oxford, England: Clarendon Press.
- Hall, G. (2008). Preexposure to the US in nausea-based aversion learning. In S. Reilly and T. R. Schachtman, (Eds.), *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes* (pp. 58–73). New York: Oxford University Press.
- Hall, G., & Honey, R. C. (1989). Contextual effects in conditioning, latent inhibition, and habituation: Associative and retrieval functions of contextual cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 232–241.
- Hall, G., Kaye, H., & Pearce, J. M. (1985). Attention and conditioned inhibition. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hall, R. V., Axelrod, S., Foundopoulos, M., Shellman, J., Campbell, R. A., & Cranston, S. S. (1971). The effective use of punishment to modify behavior in the classroom. *Educational Technology*, 11 (4), 24–26.
- Hallam, S. C., Grahame, N. J., Harris, K., & Miller, R. R. (1992). Associative structures underlying enhanced negative summation following operational extinction of a Pavlovian inhibitor. *Learning and Motivation*, 23, 43–62.
- Hampton, R. R., Hampstead, B. M., & Murray, E. A. (2005). Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) demonstrate robust memory for what and where, but not when, in an open-field test of memory. *Learning and Motivation*, 36, 245–259.
- Han, C. J., O'Tuathaigh, C. M., van Trigt, L., Quinn, J. J., Fanselow, M.S., Mongeau, R., Koch, C., & Anderson, D. J. (2003). Trace but not delay fear conditioning requires attention and the anterior cingulate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 100, 13087–13092.
- Hanley, G. P., Iwata, B. A., Thompson, R. H., & Lindberg, J. S. (2000). A component analysis of "stereotypy as reinforcement" for alternative behavior. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 33, 285–297.
- Hanson, H. M. (1959). Effects of discrimination training on stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 321–333.
- Hanson, S. J., & Timberlake, W. (1983). Regulation during challenge: A general model of learned performance under schedule constraint. *Psychological Review*, 90, 261–282.
- Harris, J. A., Jones, M. L., Bailey, G. K., & Westbrook, R. F. (2000). Contextual control over conditioned responding in an extinction paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 174–185.
- Harlow, H. F. (1969). Age-mate or peer affectional system. In D. S. Lehrman, R. H. Hinde, & E. Shaw (Eds.), *Advances in the study of behavior* (Vol. 2). New York: Academic Press.
- Harper, D. N., & Garry, M. (2000). Postevent cues bias recognition performance in pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 28, 59–67.
- Hart, B. L. (1973). Reflexive behavior. In G. Bermant (Ed.), *Perspectives in animal behavior*. Glenview, IL: Scott Foresman.
- Harvey, L., Inglis, S. J., & Espie, C. A. (2002). Insomniac's reported use of CBT components and relationship to long-term clinical outcome. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 75–83.
- Haselgrove, M., Aydin, A., Pearce, J. M. (2004). A partial reinforcement extinction effect despite equal rates of reinforcement during Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 240–250.
- Hastjarjo, T., & Silberberg, A. (1992). Effects of reinforcer delays on choice as a function of income level.

- Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 119–125.
- Haug, M., & Whalen, R. E. (Eds.) (1999). *Animal models of human emotion and cognition*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Hawkins, R. D., & Kandel, E. R. (1984). Is there a cell-biological alphabet for simple forms of learning? *Psychological Review*, 91, 375–391.
- Hawkins, R. D., Kandel, E. R., & Bailey, C. H. (2006). Molecular mechanisms of memory storage in *Aplysia*. *Biological Bulletin*, 210, 174–191.
- Hayden, A., Bhatt, R. S., Joseph, J. E., & Tanaka, J. W. (2007). The other-race effect in infancy: Evidence using a morphing technique. *Infancy*, 12, 95–104.
- Hayes, K. J., & Hayes, C. (1951). The intellectual development of a home-raised chimpanzee. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 95, 105–109.
- Healy, S. D., & Hurly, R. A. (1995). Spatial memory in rufous hummingbirds (*Selasphorus rufus*): A field test. *Animal Learning & Behavior*, 23, 63–68.
- Hearst, E. (1968). Discrimination learning as the summation of excitation and inhibition. *Science*, 162, 1303–1306.
- Hearst, E. (1969). Excitation, inhibition, and discrimination learning. In N. J. Mackintosh & W. K. Honig (Eds.), *Fundamental issues in associative learning*. Halifax: Dalhousie University Press.
- Hearst, E. (1975). Pavlovian conditioning and directed movements. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 9). New York: Academic Press.
- Hearst, E., & Jenkins, H. M. (1974). *Sign-tracking: The stimulus-reinforcer relation and directed action*. Austin, TX: Psychonomic Society.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior*. New York: Wiley.
- Heffner, H. E. (1998). Auditory awareness. *Applied Animal Behavioural Science*, 57, 259–268.
- Henkel, V., Bussfeld, P., Möller, H. J., & Hegerl, U. (2002). Cognitive-behavioural theories of helplessness/hopelessness: Valid models of depression? *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 252, 240–249.
- Herbranson, W. T., & Shimp, C. P. (2003). Artificial grammar learning in pigeons: A preliminary analysis. *Learning & Behavior*, 31, 98–106.
- Herbranson, W. T., Fremouw, T., & Shimp, C. P. (2002). Categorizing a moving target in terms of its speed and direction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78, 249–270.
- Herman, L. M. (1987). Receptive competencies of language-trained animals. In J. S. Rosenblatt, C. Beer, M.-C. Busnel, & P. J. B. Slater (Eds.), *Advances in the study of behavior* (Vol. 17, pp. 1–60). Orlando, FL: Academic Press.
- Herman, L. M., & Uneyama, R. K. (1999). The dolphin's grammatical competency: Comments on Kako (1999). *Animal Learning & Behavior*, 27, 18–23.
- Herman, L. M., Pack, A. A., & Morrel-Samuels, P. (1993). Representational and conceptual skills of dolphins. In Roitblat, H. L., Herman, L. M., & Nachtigall, P. E. (Eds.), *Language and communication: Comparative perspectives* (pp. 403–442). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Herman, R. L., & Azrin, N. H. (1964). Punishment by noise in an alternative response situation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 185–188.
- Hernandez, P. J., & Abel, T. (2008). The role of protein synthesis in memory consolidation: Progress amid decades of debate. *Neurobiology of Learning and Memory*, 89, 293–311.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267–272.
- Herrnstein, R. J. (1969). Method and theory in the study of avoidance. *Psychological Review*, 76, 49–69.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 243–266.
- Herrnstein, R. J. (1997). *The matching law*. (H. Rachlin and D. I. Laibson, Eds.) New York: Russell Sage; and Cambridge: Harvard University Press.
- Herrnstein, R. J., & Hinson, P. N. (1966). Negative reinforcement as shock-frequency reduction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 421–430.
- Herrnstein, R. J., & Vaughan, W., Jr. (1980). Melioration and behavioral allocation. In J. E. R. Staddon (Ed.), *Limits to action*. New York: Academic Press.
- Herrnstein, R. J., Loveland, D. H., & Cable, C. (1976). Natural concepts in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 285–301.
- Herzog, H. A., Jr. (1988). The moral status of mice. *American Psychologist*, 43, 473–474.
- Heyes, C. (2003). Four routes of cognitive evolution. *Psychological Review*, 110, 713–727.
- Heyman, G. M., & Herrnstein, R. J. (1986). More on concurrent interval-ratio schedules: A replication and review. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 331–351.
- Higgins, S. T., Heil, S. H., & Lussier, J. P. (2004). Clinical implications of reinforcement as a determinant of substance use disorders. *Annual Review of Psychology*, 55, 431–461.
- Higgins, S. T., Silverman, K., & Heil, S. H. (2008). *Contingency management in substance abuse treatment*. New York: Guilford Press.
- Hilgard, E. R., & Marquis, D. G. (1940). *Conditioning and learning*. New York: Appleton.
- Hilliard, S. H., Domjan, M., Nguyen, M., & Cusato, B. (1998). Dissociation of conditioned appetitive and consummatory sexual behavior: Satiation and extinction tests. *Animal Learning & Behavior*, 26, 20–33.
- Hillix, W. A., & Rumbaugh, D. (2004). *Animal bodies, human minds: Ape, dolphin, and parrot language skills*. New York: Kluwer academic/Plenum.
- Hineline, P. N. (1977). Negative reinforcement and avoidance. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hineline, P. N. (1981). The several roles of stimuli in negative reinforcement. In P. Harzem & M. D. Zeiler (Eds.), *Predictability, correlation, and contiguity*. Chichester, England: Wiley.
- Hinson, J. M., & Staddon, J. E. R. (1983a). Hill-climbing by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 25–47.
- Hinson, J. M., & Staddon, J. E. R. (1983b). Matching, maximizing, and hill-climbing. *Journal of the*

- Experimental Analysis of Behavior*, 40, 321–331.
- Hintzman, D. L. (1991). Twenty-five years of learning and memory: Was the cognitive revolution a mistake? In D. E. Meyer & S. Kornblum (Eds.), *Attention and performance XIV*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hitchcock, D. F. A., & Rovee-Collier, C. (1996). The effect of repeated reactivations on memory specificity in infancy. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 378–400.
- Hodges, H. (1996). Maze procedures: The radial-arm and water maze compared. *Cognitive Brain Research*, 3, 167–181.
- Hoffman, C. M., Timberlake, W., Leffel, J., & Gont, R. (1999). How is radial arm maze behavior in rats related to locomotor search tactics? *Animal Learning & Behavior*, 27, 426–444.
- Hoffman, H. S., & Flesher, M. (1964). An apparatus for the measurement of the startle-response in the rat. *American Journal of Psychology*, 77, 307–308.
- Holland, P. C. (1984). Origins of behavior in Pavlovian conditioning. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 18, pp. 129–174). Orlando, FL: Academic Press.
- Holland, P. C. (1985). The nature of conditioned inhibition in serial and simultaneous feature negative discriminations. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holland, P. C. (1986). Temporal determinants of occasion setting in feature-positive discriminations. *Animal Learning and Behavior*, 14, 111–120.
- Holland, P. C. (1989a). Feature extinction enhances transfer of occasion setting. *Animal Learning & Behavior*, 17, 269–279.
- Holland, P. C. (1991). Acquisition and transfer of occasion setting in operant feature positive and feature negative discriminations. *Learning and Motivation*, 22, 366–387.
- Holland, P. C. (1992). Occasion setting in Pavlovian conditioning. In D. L. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 28, pp. 69–125). San Diego, CA: Academic Press.
- Holland, P. C. (2000). Trial and inter-trial durations in appetitive conditioning in rats. *Animal Learning & Behavior*, 28, 121–135.
- Holland, P. C. (2004). Relations between Pavlovian-instrumental transfer and reinforcer devaluation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 104–117.
- Holland, P. C., & Kenmuir, C. (2005). Variations in unconditioned stimulus processing in unblocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 155–171.
- Holland, P. C., & Rescorla, R. A. (1975). The effect of two ways of devaluing the unconditioned stimulus after first- and second-order appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 355–363.
- Holliday, M., & Hirsch, J. (1986). Excitatory conditioning of individual *Drosophila melanogaster*. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 12, 131–142.
- Hollis, K. L. (1997). Contemporary research on Pavlovian conditioning: A “new” functional analysis. *American Psychologist*, 52, 956–965.
- Hollis, K. L., Cadieux, E. L., & Colbert, M. M. (1989). The biological function of Pavlovian conditioning: A mechanism for mating success in the blue gourami (*Trichogaster trichopterus*). *Journal of Comparative Psychology*, 103, 115–121.
- Hollis, K. L., Pharr, V. L., Dumas, M. J., Britton, G. B., & Field, J. (1997). Classical conditioning provides paternity advantage for territorial male blue gouramis (*Trichogaster trichopterus*). *Journal of Comparative Psychology*, 111, 219–225.
- Holman, J. G., & Mackintosh, N. J. (1981). The control of appetitive instrumental responding does not depend on classical conditioning to the discriminative stimulus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 21–31.
- Holz, W. C., & Azrin, N. H. (1961). Discriminative properties of punishment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 225–232.
- Honey, R. C., & Hall, G. (1989). Acquired equivalence and distinctiveness of cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 338–346.
- Honey, R. C., Willis, A., & Hall, G. (1990). Context specificity in pigeon autoshaping. *Learning and Motivation*, 21, 125–136.
- Honig, W. K. (1978). Studies of working memory in the pigeon. In S. H. Hulse, H. Fowler, & W. K. Honig (Eds.), *Cognitive processes in animal behavior*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Honig, W. K., & Urcioli, P. J. (1981). The legacy of Guttman and Kalish (1956): 25 years of research on stimulus generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 405–445.
- Horgen, K. B., & Brownell, K. D. (2002). Comparison of price change and health message interventions in promoting healthy food choices. *Health Psychology*, 21, 505–512.
- Hourihan, K. L., & Taylor, T. L. (2006). Case remembering: Control processes in directed forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1354–1365.
- Hu, C. J., O’Tuathaigh, C. M., van Trigt, L., Quinn, J. J., Fanselow, M. S., Mongeau, R., Koch, C., & Anderson, D. J. (2003). Trace but not delay fear conditioning requires attention and the anterior cingulate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 13087–13092.
- Huber, L., & Aust, U. (2006). A modified feature theory as an account of pigeon visual categorization. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 325–342). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Huber, L., Apfalter, W., Steurer, M., & Prossinger, H. (2005). A new learning paradigm elicits fast visual discrimination in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 237–246.
- Hull, C. L. (1930). Knowledge and purpose as habit mechanisms. *Psychological Review*, 30, 511–525.
- Hull, C. L. (1931). Goal attraction and directing ideas conceived as habit phenomena. *Psychological Review*, 38, 487–506.
- Hulse, S. H. (1958). Amount and percentage of reinforcement and duration of goal confinement in conditioning and extinction. *Journal of Experimental Psychology*, 56, 48–57.
- Hulse, S. H., Fowler, H., & Honig, W. K. (Eds.). (1978). *Cognitive*

- processes in animal behavior*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hulse, S. H., Page, S. C., & Braaten, R. F. (1990). Frequency range size and the frequency range constraint in auditory perception by European starlings (*sturnus vulgaris*). *Animal Learning & Behavior*, 18, 238–245.
- Hunt, G. R., Rutledge, R. B., & Gray, R. D. (2006). The right tool for the job: What strategies do wild New Caledonian crows use? *Animal Cognition*, 9, 307–316.
- Hunt, P. S. (1997). Retention of conditioned autonomic and behavioral responses in preweanling rats: Forgetting and reinstatement. *Animal Learning & Behavior*, 25, 301–311.
- Hunter, W. S. (1913). The delayed reaction in animals and children. *Behavior Monographs*, 2, serial #6.
- Hursh, S. R., & Silberberg, A. (2008). Economic demand and essential value. *Psychological Review*, 115, 186–198.
- Hursh, S. R., Raslear, T. G., Shurtleff, D., Bauman, R., & Simmons, L. (1988). A cost-benefit analysis of demand for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 419–440.
- Hyman, S. E. (2005). Addiction: A disease of learning and memory. *American Journal of Psychiatry*, 162, 1414–1422.
- Hyman, S. E., Malenka, R. C., & Nestler, E. J. (2006). Neural mechanisms of addiction: The role of reward-related learning and memory. *Annual Review of Neuroscience*, 29, 565–598.
- Innis, N. K., Simmelhag-Grant, V. L., & Staddon, J. E. R. (1983). Behavior induced by periodic food delivery: The effects of inter-food interval. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 309–322.
- Irwin, M. R., Cole, J. C., & Nicassio, P. M. (2006). Comparative meta-analysis of behavioral interventions for insomnia and their efficacy in middle-aged adults and in older adults 55+ years of age. *Health Psychology*, 25, 3–14.
- Ishida, M., & Papini, M. R. (1997). Massed-trial overtraining effects on extinction and reversal performance in turtles (*Geoclemys reevesii*). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 1–16.
- Iversen, I. H. (1993). Acquisition of matching-to-sample performance in rats using visual stimuli on nose keys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 471–482.
- Ivkovich, D., Collins, K. L., Eckerman, C. O., Krasnegor, N. A., & Stanton, M. E. (1999). Classical delay eyeblink conditioning in 4- and 5-month-old human infants. *Psychological Science*, 10, 4–8.
- Izumi, A., & Kojima, S. (2004). Matching vocalizations to vocalizing faces in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition*, 7, 179–184.
- Jackson, R. L., & Minor, T. R. (1988). Effects of signaling inescapable shock on subsequent escape learning: Implications for theories of coping and “learned helplessness.” *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 390–400.
- Jackson, R. L., Alexander, J. H., & Maier, S. F. (1980). Learned helplessness, inactivity, and associative deficits: Effects of inescapable shock on response choice escape learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 1–20.
- Jacobs, L. F., & Schenk, F. (2003). Unpacking the cognitive map: The parallel map theory of hippocampal function. *Psychological Review*, 110, 285–315.
- Jenkins, H. M. (1962). Resistance to extinction when partial reinforcement is followed by regular reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 441–450.
- Jenkins, H. M. (1977). Sensitivity of different response systems to stimulus-reinforcer and response-reinforcer relations. In H. Davis & H. M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions* (pp. 47–62). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jenkins, H. M., & Harrison, R. H. (1960). Effects of discrimination training on auditory generalization. *Journal of Experimental Psychology*, 59, 246–253.
- Jenkins, H. M., & Harrison, R. H. (1962). Generalization gradients of inhibition following auditory discrimination learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 435–441.
- Jenkins, H. M., & Moore, B. R. (1973). The form of the auto-shaped response with food or water reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20, 163–181.
- Jenkins, H. M., Barnes, R. A., & Barrera, F. J. (1981). Why auto-shaping depends on trial spacing. In C. M. Locurto, H. S. Terrace, & J. Gibbon (Eds.), *Autoshaping and conditioning theory* (pp. 255–284). New York: Academic Press.
- Jennings, D. J., Bonardi, C., & Kirkpatrick, K. (2007). Overshadowing and stimulus duration. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 464–475.
- Jennings, H. E. (1976). *Behavior of lower organisms*. Bloomington, IN: Indiana University Press. (Originally published 1904.)
- Jiao, C., Knight, P. K., Weerakoon, P., & Turman, A. B. (2007). Effects of visual erotic stimulation on vibrotactile detection thresholds in men. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 787–792.
- Ji, R.-R., Kohno, T., Moore, K. A., & Woolf, C. J. (2003). Central sensitization and LTP: do pain and memory share similar mechanisms? *Trends in Neuroscience*, 26, 696–705.
- Jitsumori, M. (2006). Category structure and typicality effects. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 343–362). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Jitsumori, M., Shimada, N., & Inoue, S. (2006). Family resemblance facilitates formation and expansion of functional equivalence classes in pigeons. *Learning & Behavior*, 34, 162–175.
- Job, R. F. S. (2002). The effects of uncontrollable, unpredictable aversive and appetitive events: Similar effects warrant similar, but not identical, explanations? *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 37, 59–81.
- Johnson, H. M. (1994). Processes of successful intentional forgetting. *Psychological Bulletin*, 116, 274–292.
- Johnson, J. W., Munk, D. D., van Laarhoven, T., Repp, A. C., Dahlquist, C. M. (2003). Classroom applications of the disequilibrium model of reinforcement. *Behavioral Interventions*, 18, 63–85.
- Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2006). Replacing relative reinforcing efficacy with behavioral economic demand curves. *Journal of*

- the *Experimental Analysis of Behavior*, 85, 73–93.
- Jones, B. M. (2003). Quantitative analyses of matching-to-sample performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 323–350.
- Jostad, C. M., Miltenberger, R. G., Kelso, P., & Knudson, P. (2008). Peer tutoring to prevent firearm play: Acquisition, generalization, and long-term maintenance of safety skills. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 41, 117–123.
- Jozefowicz, J., & Staddon, J. E. R. (2008). Operant behavior. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference*. (pp. 75–102). Oxford: Elsevier.
- Judge, P. G., Evans, T. A., & Vyas, D. K. (2005). Ordinal representation of numeric quantities by brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 79–94.
- Kacelnik, A., Chappell, J., Kenward, B., & Weir, A. A. S. (2006). Cognitive adaptations for tool-related behavior in New Caledonian crows. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 515–528). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Kaiser, D. H., Sherburne, L. M., & Zentall, T. R. (1997). Directed forgetting in pigeons resulting from reallocation of memory-maintaining processes on forget-cue trials. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 559–565.
- Kaiser, L., & De Jong, R. (1995). Induction of odor preference in a specialist insect parasitoid. *Animal Learning & Behavior*, 23, 17–21.
- Kako, E. (1999). Elements of syntax in the systems of three language-trained animals. *Animal Learning & Behavior*, 27, 1–14.
- Kalmbach, B. E., Ohyama, T., Kreider, J. C., Riusech, F., & Mauk, M. D. (2009). Interactions between prefrontal cortex and cerebellum revealed by trace eyelid conditioning. *Learning and Memory*, in press.
- Kamil, A. C. (1978). Systematic foraging by a nectarfeeding bird, the amakihi (*Loxops virens*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 92, 388–396.
- Kamil, A. C., & Balda, R. P. (1985). Cache recovery and spatial memory in Clark's nutcrackers (*Nucifraga columbiana*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 95–111.
- Kamil, A. C., & Balda, R. P. (1990). Spatial memory in seed-caching corvids. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 26, pp. 1–25). San Diego: Academic Press.
- Kamil, A. C., & Gould, K. L. (2008). Memory in food caching animals. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (pp. 419–440). Oxford: Elsevier.
- Kamin, L. J., Brimer, C. J., & Black, A. H. (1963). Conditioned suppression as a monitor of fear of the CS in the course of avoidance training. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 497–501.
- Kamin, L. J. (1965). Temporal and intensity characteristics of the conditioned stimulus. In W. F. Prokasy (Ed.), *Classical conditioning*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kamin, L. J. (1968). "Attention-like" processes in classical conditioning. In M. R. Jones (Ed.), *Miami Symposium on the Prediction of Behavior: Aversive stimulation* (pp. 9–31). Miami: University of Miami Press.
- Kamin, L. J. (1969). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279–296). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kandel, E. R., & Schwartz, J. H. (1982). Molecular biology of learning: Modulation of transmitter release. *Science*, 218, 433–443.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill.
- Kaplan, P. S., & Hearst, E. (1982). Bridging temporal gaps between CS and US in autoshaping: Insertion of other stimuli before, during, and after the CS. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 187–203.
- Kaplan, P. S., Werner, J. S., & Rudy, J. W. (1990). Habituation, sensitization, and infant visual attention. In C. Rovee-Collier & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (Vol. 6, pp. 61–109). Norwood, NJ: Ablex.
- Karpicke, J. (1978). Directed approach responses and positive conditioned suppression in the rat. *Animal Learning & Behavior*, 6, 216–224.
- Kaspro, W. J. (1987). Enhancement of short-term retention by appetitive-reinforcer reminder treatment. *Animal Learning & Behavior*, 15, 412–416.
- Kaspro, W. J., Cacheiro, H., Balaz, M. A., & Miller, R. R. (1982). Reminder-induced recovery of associations to an overshadowed stimulus. *Learning and Motivation*, 13, 155–166.
- Kaspro, W. J., Catterson, D., Schachtman, T. R., & Miller, R. R. (1984). Attenuation of latent inhibition by post-acquisition reminder. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36B, 53–63.
- Kastak, D., & Schusterman, R. J. (1994). Transfer of visual identity matching-to-sample in two California sea lions (*Zatophus californianus*). *Animal Learning & Behavior*, 22, 427–435.
- Kastak, D., & Schusterman, R. J. (1998). Low-frequency amphibious hearing in pinnipeds: Methods, measurement, noise, and ecology. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103, 2216–2228.
- Kastak, D., Schusterman, R. J., Southall, B. L., & Reichmuth, C. J. (1999). Underwater temporary threshold shift induced by octave-band noise in three species of pinniped. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1142–1148.
- Katz, J. S., & Wright, A. A. (2006). Same/Different abstract-concept learning by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 80–86.
- Katzev, R. D., & Berman, J. S. (1974). Effect of exposure to conditioned stimulus and control of its termination in the extinction of avoidance behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 87, 347–353.
- Kaufman, L. W., & Collier, G. (1983). Cost and meal pattern in wild-caught rats. *Physiology and Behavior*, 30, 445–449.
- Keenh, J. D., & Nakkash, S. (1959). Effect of a signal contingent upon

- an avoidance response. *Nature*, 184, 566–568.
- Kehoe, E. J. (2008). Discrimination and generalization. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference*. (pp. 123–150). Oxford: Elsevier.
- Kehoe, E. J., & White, N. E. (2004). Overexpectation: Response loss during sustained stimulus compounding in the rabbit nictitating membrane response. *Learning & Memory*, 11, 476–483.
- Kehoe, E. J., Cool, V., & Gormezano, I. (1991). Trace conditioning of the rabbit's nictitating membrane response as a function of CS-US interstimulus interval and trials per session. *Learning and Motivation*, 22, 269–290.
- Kelber, A., Vorobyev, M., & Osorio, D. (2003). Animal colour vision: Behavioural tests and physiological concepts. *Biological Reviews*, 78, 81–118.
- Kelley, M. J. (1986). Selective attention and stimulus reinforcer interactions in the pigeon. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38B, 97–110.
- Kelling, A. S., Snyder, R. J., Marr, M. J., Bloomsmith, M. A., Gardner, W., & Maple, T. L. (2006). Color vision in the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Learning & Behavior*, 34, 154–161.
- Kenward, B., Rutz, C., Weir, A. A. S., & Kacelnik, A. (2006). Development of tool use in New Caledonian crows: Inherited action patterns and social influences. *Animal Behaviour*, 72, 1329–1343.
- Kenward, B., Weir, A. A. S., Rutz, C., & Kacelnik, A. (2005). Tool manufacture by naïve juvenile crows. *Nature*, 433, 121.
- Kesner, R. P., & DeSpain, M. J. (1988). Correspondence between rats and humans in the utilization of retrospective and prospective codes. *Animal Learning & Behavior*, 16, 299–302.
- Kessler, R. C., McGonagle, K. A., Zhao, S., Nelson, C. B., Hughes, M., Eshleman, S., Wittchen, H.-U., & Kendler, K. S. (1994). Lifetime and 12-month prevalence of DSM-III-R psychiatric disorders in the United States: Results from the National Comorbidity Survey. *Archives of General Psychiatry*, 51, 8–19.
- Khallad, Y., & Moore, J. (1996). Blocking, unblocking, and overexpectation in autoshaping with pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 575–591.
- Killeen, P. R. (1995). Economics, ecology, and mechanics: The dynamics of responding under conditions of varying motivation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 405–431.
- Killeen, P. R. (2001). Writing and overwriting short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 18–43.
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, 95, 274–295.
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1993). The behavioral theory of timing: Transition analyses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 411–422.
- Killeen, P. R., Fetterman, J. G., & Bizo, L. A. (1997). Time's causes. In C. M. Bradshaw and E. Szabadi (Eds.), *Time and behaviour: Psychological and neurobiological analyses* (pp. 79–239). Amsterdam: Elsevier Science.
- Kim, J. J., Krupa, D. J. et al. (1998). Inhibitory cerebello-olivary projections and blocking effect in classical conditioning. *Science*, 279, 570–573.
- Kim, S. D., Rivers, S., Bevins, R. A., Ayres, J. J. B. (1996). Conditioned stimulus determinants of conditioned response form in Pavlovian fear conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 87–104.
- Kimble, G. A. (1961). *Hilgard and Marquis' conditioning and learning* (2nd ed.). New York: Appleton.
- Kirkpatrick, K. (2002). Packet theory of conditioning and timing. *Behavioural Processes*, 57, 89–106.
- Kirkpatrick, K., & Church, R. M. (2000). Independent effects of stimulus and cycle duration in conditioning: The role of timing processes. *Animal Learning & Behavior*, 28, 373–388.
- Kirkpatrick, K., & Church, R. M. (2003). Tracking of the expected time to reinforcement in temporal conditioning procedures. *Learning & Behavior*, 31, 3–21.
- Kirkpatrick, K., & Church, R. M. (2004). Temporal learning in random control procedures. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 213–228.
- Kirmayer, L. J., Lemelson, R., & Barad, M. (Eds.). (2007). *Understanding trauma: Integrating biological, clinical, and cultural perspectives*. New York: Cambridge University Press.
- Klein, B. G., LaMon, B., & Zeigler, H. P. (1983). Drinking in the pigeon (*Columba livia*): Topography and spatiotemporal organization. *Journal of Comparative Psychology*, 97, 178–181.
- Klein, M., & Rilling, M. (1974). Generalization of free operant avoidance behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 75–88.
- Köhler, W. (1927). *The mentality of apes*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Köhler, W. (1939). Simple structural functions in the chimpanzee and in the chicken. In W. D. Ellis (Ed.), *A source book of Gestalt psychology* (pp. 217–227). New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Koller, G., Satzger, W., Adam, M., Wagner, M., Kathmann, N., Soyka, M., & Engel, R. (2003). Effects of scopolamine on matching to sample paradigm and related tests in human subjects. *Neuropsychobiology*, 48(2), 87–94.
- Koob, G. F. (1999). Drug reward and addiction. In *Fundamental Neuroscience* (by L. S. Squire, F. E. Bloom, S. K. McConnell, J. L. Roberts, N. C. Spitzer, & M. J. Zigmond). New York: Academic Press.
- Koob, G. F., & Le Moal, M. (2008). Addiction and the brain antireward system. *Annual Review of Psychology*, 59, 29–53.
- Koob, G. F., Caine, S. B., Parsons, L., Markou, A., & Weiss, F. (1997). Opponent-process model and psychostimulant addiction. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 57, 531–521.
- Kraemer, P. J., & Golding, J. M. (1997). Adaptive forgetting in animals. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 480–491.
- Kraemer, P. J., & Roberts, W. A. (1985). Short-term memory for simultaneously presented visual and auditory signals in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 13–39.
- Kraemer, P. J., Hoffmann, H., Randall, C. K., & Spear, N. E. (1992). Devaluation of Pavlovian conditioning

- in the 10-day-old rat. *Animal Learning & Behavior*, 20, 219–222.
- Krägeloh, C. U., Davison, M., & Elliff, D. M. (2005). Local preference in concurrent schedules: The effects of reinforcer sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 37–64.
- Kriekhaus, E. E., & Wolf, G. (1968). Acquisition of sodium by rats: Interaction of innate and latent learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 65, 197–201.
- Kruschke, J. K., Kappenman, E. S., & Hettrick, W. P. (2005). Eye gaze and individual differences consistent with learned attention in associative blocking and highlighting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 830–845.
- Kruse, J. M., Overmier, J. B., Konz, W. A., & Rokke, E. (1983). Pavlovian conditioned stimulus effects upon instrumental choice behavior are reinforcer specific. *Learning and Motivation*, 14, 165–181.
- Kyonka, E. G. E. & Grace, R. C. (2008). Rapid acquisition of preference in concurrent chains when alternatives differ on multiple dimensions of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 89, 49–69.
- LaBar, K. S., & Phelps, E. A. (2005). Reinstatement of conditioned fear in humans is context dependent and impaired in amnesia. *Behavioral Neuroscience*, 119, 677–686.
- Lansdell, H. (1988). Laboratory animals need only humane treatment: Animal “rights” may debase human rights. *International Journal of Neuroscience*, 42, 169–178.
- Lanuza, E., Nader, K., & LeDoux, J. E. (2004). Unconditioned stimulus pathways to the amygdala: Effects of posterior thalamic and cortical lesions on fear conditioning. *Neuroscience*, 125, 305–315.
- Lashley, K. S., & Wade, M. (1946). The Pavlovian theory of generalization. *Psychological Review*, 53, 72–87.
- Lattal, K. A. (1998). A century of effect: Legacies of E. L. Thorndike’s *Animal intelligence* monograph. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 325–336.
- Lattal, K. A., & Gleeson, S. (1990). Response acquisition with delayed reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 27–39.
- Lattal, K. A., & Neef, N. A. (1996). Recent reinforcement-schedule research and applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29, 213–230.
- Lattal, K. A., Metzger, B. (1994). Response acquisition by Siamese fighting fish (*Betta splendens*) with delayed visual reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 35–44.
- Lattal, K. M. (1999). Trial and intertrial durations in Pavlovian conditioning: Issues of learning and performance. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 433–450.
- Lattal, K. M., & Nakajima, S. (1998). Overexpectation in appetitive Pavlovian and instrumental conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 26, 351–360.
- Lazareva, O. F., & Wasserman, E. A. (2008). Categories and concepts in animals. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference*. (pp. 197–226). Oxford: Elsevier.
- Lazareva, O. F., Freiburger, K. L., & Wasserman, E. A. (2004). Pigeons concurrently categorize photographs at both basic and superordinate levels. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 1111–1117.
- Lazareva, O. F., Freiburger, K. L., & Wasserman, E. A. (2006). Effects of stimulus manipulations on visual categorization in pigeons. *Behavioral Processes*, 72, 224–233.
- Lazareva, O. F., Miner, M., Wasserman, E. A., & Young, M. E. (2008). Multiple-pair training enhances transposition in pigeons. *Learning & Behavior*, 36, 174–187.
- Lea, S. E. G. (1978). The psychology and economics of demand. *Psychological Bulletin*, 85, 441–466.
- Lea, S. E. G., & Wills, A. J. (2008). Use of multiple dimensions in learned discriminations. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 3, 115–133.
- Leaf, R. C., & Muller, S. A. (1965). A simple method for CER conditioning and measurement. *Psychological Reports*, 17, 211–215.
- Leaton, R. N. (1976). Long-term retention of the habituation of lick suppression and startle response produced by a single auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 248–259.
- LeDoux, J. E., & Gorman, J. M. (2001). A call to action: Overcoming anxiety through active coping. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1953–1955.
- Leising, K. J., Sawa, K., & Blaisdell, A. P. (2007). Temporal integration in Pavlovian appetitive conditioning in rats. *Learning & Behavior*, 35, 11–18.
- Lejeune, H., & Wearden, J. H. (2006). Scalar properties in animal timing: Conformity and violations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1875–1908.
- Lejuez, C. W., O’Donnell, J., Wirth, O., Zvolensky, M. J., & Eifert, G. H. (1998). Avoidance of 20% carbon dioxide-enriched air with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 79–86.
- Lencz, T., Bilder, R. M., Turkel, E., Goldman, R. S., Robinson, D., Kane, J. M., & Lieberman, J. A. (2003). Impairments in perceptual competency and maintenance on a visual delayed match-to-sample test in first-episode schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 60, 238–243.
- Lennenberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- Lerman, D. C., & Vorndran, C. M. (2002). On the status of knowledge for using punishment: Implications for treating behavior disorders. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35, 431–464.
- Lerman, D. C., Iwata, B. A., Shore, B. A., & DeLeon, I. G. (1997). Effects of intermittent punishment on self-injurious behavior: An evaluation of schedule thinning. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 30, 187–201.
- Lerman, D. C., Iwata, B. A., & Wallace, M. D. (1999). Side effects of extinction: Prevalence of bursting and aggression during the treatment of self-injurious behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 32, 1–8.
- Leslie, A. M. (2001). Learning: Association or computation? Introduction to special section. *Psychological Science*, 10, 124–127.
- Leung, H. T., Bailey, G. K., Laurent, V., Westbrook, R. F. (2007). Rapid reacquisition of fear to a completely extinguished context is replaced by

- transient impairment with additional extinction training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 299–313.
- Levenson, D. H., & Schusterman, R. J. (1999). Dark adaptation and visual sensitivity in shallow and deep-diving pinnipeds. *Marine Mammal Science*, 15, 1303–1313.
- Levis, D. J. (1995). Decoding traumatic memory: Implosive theory of psychopathology. In W. O'Donohue and L. Krasner (Eds.), *Theories of behavior therapy* (pp. 173–207). Washington, DC: American Psychological Association.
- Levis, D. J., & Brewer, K. E. (2001). The neurotic paradox: Attempts by two-factor fear theory and alternative avoidance models to resolve the issues associated with sustained avoidance responding in extinction. In R. R. Mowrer and S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 561–597). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lewis, J. L., & Kamil, A. C. (2006). Interference effects in the memory for serially presented locations in Clark's nutcracker, *Nucifraga columbiana*. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 407–418.
- Lewis, M., Alessandri, S. M., & Sullivan, M. W. (1990). Violation of expectancy, loss of control, and anger expression in young infants. *Developmental Psychology*, 125, 745–751.
- Lieberman, D. A., & Thomas, G. V. (1986). Marking, memory and superstition in the pigeon. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38B, 449–459.
- Lieberman, D. A., Davidson, F. H., & Thomas, G. V. (1985). Marking in pigeons: The role of memory in delayed reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 611–624.
- Lieberman, D. A., McIntosh, D. C., & Thomas, G. V. (1979). Learning when reward is delayed: A marking hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 224–242.
- Lieberman, D. A., Sunnucks, W. L., & Kirk, J. D. J. (1998). Reinforcement without awareness: I. Voice level. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51B, 301–316.
- Lindberg, J. S., Iwata, B. A., Kahng, S. W., DeLeon, I. G. (1999). DRO contingencies: An analysis of variable-momentary schedules. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 32, 123–136.
- Linscheid, T. R., & Cunningham, C. E. (1977). A controlled demonstration of the effectiveness of electric shock in the elimination of chronic infant rumination. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 10, 500.
- Lipp, O. V., Sheridan, J., & Siddle, D. A. T. (1994). Human blink startle during aversive and nonaversive Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 380–389.
- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2008). Detecting the snake in the grass: Attention to fear-relevant stimuli by adults and young children. *Psychological Science*, 19, 284–289.
- Lockard, R. B. (1968). The albino rat: A defensible choice or a bad habit? *American Psychologist*, 23, 734–742.
- Locurto, C. M., Terrace, H. S., & Gibbon, J. (Eds.). (1981). *Auto-shaping and conditioning theory*. New York: Academic Press.
- Loeb, J. (1900). *Comparative physiology of the brain and comparative psychology*. New York: G. P. Putman.
- Logue, A. W. (1985). Conditioned food aversion learning in humans. *Annals of the New York Academy of Sciences*.
- Logue, A. W. (1988). A comparison of taste aversion learning in humans and other vertebrates: Evolutionary pressures in common. In R. C. Bolles & M. D. Beecher (Eds.), *Evolution and learning* (pp. 97–116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Logue, A. W. (1995). *Self-control: Waiting until tomorrow for what you want today*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Logue, A. W. (1998a). Laboratory research on self-control: Applications to administration. *Review of General Psychology*, 2, 221–238.
- Logue, A. W. (1998b). Self-control. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 252–273). Boston: Allyn and Bacon.
- Logue, A. W., Ophir, I., & Strauss, K. E. (1981). The acquisition of taste aversions in humans. *Behaviour Research and Therapy*, 19, 319–333.
- Loidolt, M., Aust, U., Meran, I., & Huber, L. (2003). Pigeons use item-specific and category-level information in the identification and categorization of human faces. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 261–276.
- Loidolt, M., Aust, U., Steurer, M., Troje, N. F., & Huber, L. (2006). Limits of dynamic object perception in pigeons: Dynamic stimulus presentation does not enhance perception and discrimination of complex shape. *Learning & Behavior*, 34, 71–85.
- LoLordo, V. M. (1971). Facilitation of food-reinforced responding by a signal for response-independent food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 49–55.
- LoLordo, V. M. (1979). Selective associations. In A. Dickinson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of learning and motivation* (pp. 367–398). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- LoLordo, V. M., & Fairless, J. L. (1985). Pavlovian conditioned inhibition: The literature since 1969. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- LoLordo, V. M., & Taylor, T. L. (2001). Effects of uncontrollable aversive events: Some unsolved puzzles. In R. R. Mowrer and S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 469–504). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- LoLordo, V. M., Jacobs, W. J., & Foree, D. D. (1982). Failure to block control by a relevant stimulus. *Animal Learning & Behavior*, 10, 183–193.
- LoLordo, V. M., McMillan, J. C., & Riley, A. L. (1974). The effects upon food-reinforced pecking and treadle-pressing of auditory and visual signals for response-independent food. *Learning and Motivation*, 5, 24–41.
- Loosey, G. S., & Sevenster, P. (1995). Can three-spined sticklebacks learn when to display? Rewarded displays. *Animal Behaviour*, 49, 137–150.
- Lovibond, P. F. (1983). Facilitation of instrumental behavior by a Pavlovian appetitive conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 225–247.
- Lovibond, P. F., Saunders, J. C., Weidemann, G., & Mitchell, C. J. (2008). Evidence for expectancy as a mediator of avoidance and anxiety in a laboratory model of human

- avoidance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 1199–1216.
- Lubow, R. E. (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Lubow, R. E., & Gewirtz, J. C. (1995). Latent inhibition in humans: Data, theory, and implications for schizophrenia. *Psychological Bulletin*, 117, 87–103.
- Lubow, R. E., & Kaplan, O. (2005). The visual search analogue of latent inhibition: Implications for theories of irrelevant stimulus processing in normal and schizophrenic groups. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 224–243.
- Lubow, R. E., & Moore, A. U. (1959). Latent inhibition: the effect of non-reinforced preexposure to the conditioned stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52, 415–419.
- Lussier, J. P., Heil, S. H., Mongeon, J. A., Badger, G. J., & Higgins, S. T. (2006). A meta-analysis of voucher-based reinforcement therapy for substance abuse disorder. *Addiction*, 101, 192–203.
- Lynch, M. A. (2004). Long-term potentiation and memory. *Physiological Reviews*, 125, 87–136.
- Lyon, D. O. (1968). Conditioned suppression: Operant variables and aversive control. *Psychological Record*, 18, 317–338.
- Lysle, D. T., & Fowler, H. (1985). Inhibition as a “slave” process: Deactivation of conditioned inhibition through extinction of conditioned excitation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 71–94.
- MacArdy, E. A., & Riccio, D. C. (1995). Time-dependent changes in the effectiveness of a noncontingent footshock reminder. *Learning and Motivation*, 26, 29–42.
- MacDonald, S. E. (1993). Delayed matching-to-successive-samples in pigeons: Short-term memory for item and order information. *Animal Learning & Behavior*, 21, 59–67.
- MacDonall, J. S. (1999). A local model of concurrent performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 57–74.
- MacDonall, J. S. (2000). Synthesizing concurrent interval performances. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 189–206.
- MacDonall, J. S. (2005). Earning and obtaining reinforcers under concurrent interval scheduling. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 167–183.
- Machado, A. (1989). Operant conditioning of behavioral variability using a percentile reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 155–166.
- Machado, A. (1992). Behavioral variability and frequency-dependent selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 241–263.
- Machado, A. (1994). Polymorphic response patterns under frequency-dependent selection. *Animal Learning & Behavior*, 22, 53–71.
- Machado, A., & Cevik, M. (1998). Acquisition and extinction under periodic reinforcement. *Behavioural Processes*, 44, 237–262.
- Mackintosh, N. J. (1974). *The psychology of animal learning*. London: Academic Press.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276–298.
- Mackintosh, N. J., & Dickinson, A. (1979). Instrumental (Type II) conditioning. In A. Dickinson & R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of learning and motivation* (pp. 143–169). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mackintosh, N. J., Bygrave, D. J., & Pictou, B. M. B. (1977). Locus of the effect of a surprising reinforcer in the attenuation of blocking. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 327–336.
- Madden, G. J., & Bickel, W. K. (1999). Abstinence and price effects on demand for cigarettes: A behavioral-economic analysis. *Addiction*, 94, 577–588.
- Madden, G. J., Bickel, W. K., & Jacobs, E. A. (2000). Three predictions of the economic concept of unit price in a choice context. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 45–64.
- Madden, G. J., Peden, B. F., & Yamaguchi, T. (2002). Human group choice: Discrete-trial and free-operant tests of the ideal free distribution. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78, 1–15.
- Madden, G. J., Petry, N. M., Badger, G. J., & Bickel, W. K. (1997). Impulsive and self-control choices in opioid-dependent patients and non-drug-using control participants: Drug and monetary rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5, 256–262.
- Maes, J. H. R. (2003). Response stability and variability induced in humans by different feedback contingencies. *Learning & Behavior*, 31, 332–348.
- Mahometa, M. J., & Domjan, M. (2005). Classical conditioning increases reproductive success in Japanese quail, *Coturnix japonica*. *Animal Behaviour*, 69, 983–989.
- Maier, S. F., & Jackson, R. L. (1979). Learned helplessness: All of us were right (and wrong): Inescapable shock has multiple effects. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 13). New York: Academic Press.
- Maier, S. F., & Seligman, M. E. P. (1976). Learned helplessness: Theory and evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105, 3–46.
- Maier, S. F., Rapaport, P., & Wheatley, K. L. (1976). Conditioned inhibition and the UCS-CS interval. *Animal Learning and Behavior*, 4, 217–220.
- Maier, S. F., Seligman, M. E. P., & Solomon, R. L. (1969). Pavlovian fear conditioning and learned helplessness. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-CenturyCrofts.
- Maki, W. S., Beatty, W. W., Hoffman, N., Bierley, R. A., & Clouse, B. A. (1984). Spatial memory over long retention intervals: Nonmemorial factors are not necessary for accurate performance on the radial arm maze by rats. *Behavioral and Neural Biology*, 41, 1–6.
- Maki, W. S., Moe, J. C., & Bierley, C. M. (1977). Short-term memory for stimuli, responses, and reinforcers. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 156–177.
- Malenka, R. C., & Nicoll, R. A. (1999). Long-term potentiation—A decade of progress? *Science*, 285, 1870–1874.
- Marchand, A. R., & Kamper, E. (2000). Time course of cardiac conditioned responses in restrained

- rats as a function of the trace CS-US interval. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 385–398.
- Marsh, G. (1972). Prediction of the peak shift in pigeons from gradients of excitation and inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, 262–266.
- Martin-Malivel, J., Mangini, M. C., Fagot, J., & Biederman, I. (2006). Do humans and baboons use the same information when categorizing human and baboon faces? *Psychological Science*, 17, 599–607.
- Martin, S. J., Grimwood, P. D., & Morris, R. G. M. (2000). Synaptic plasticity and memory: An evaluation of the hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 649–711.
- Marx, B. P., Heidt, J. M., & Gold, S. D. (2005). Perceived uncontrollability and unpredictability, self-regulation, and sexual revictimization. *Review of General Psychology*, 9, 67–90.
- Masserman, J. H. (1946). *Principles of dynamic psychiatry*. Philadelphia: Saunders.
- Matsuno, T., Kawai, N., & Matsuzawa, T. (2004). Color classification by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Behavioural Brain Research*, 148, 157–165.
- Matthews, R. N., Domjan, M., Ramsey, M., & Crews, D. (2007). Learning effects on sperm competition and reproductive fitness. *Psychological Science*, 18, 758–762.
- Matzel, L. D., Gladstein, L., & Miller, R. R. (1988). Conditioned excitation and conditioned inhibition are not mutually exclusive. *Learning and Motivation*, 19, 99–121.
- Mauk, B., & Dehnhardt, G. (2005). Identity concept formation during visual multiple-choice matching in a harbor seal (*Phoca vitulina*). *Learning & Behavior*, 33, 428–436.
- Mayford, M., Bach, M. E., Huang, Y.-Y., Wang, L., Hawkins, R. D., & Kandel, E. R. (1996). Control of memory formation through regulated expression of a CaMKII transgene. *Science*, 125, 1678–1683.
- Mayford, M., & Kandel, E. R. (1999). Genetic approaches to memory storage. *Trends in Genetics*, 125, 463–470.
- Mazur, J. E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. In M. L. Commons, J. E. Mazur, J. A. Nevin, & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: Vol. 5. The effect of delay and intervening events on reinforcement value* (pp. 55–73). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mazur, J. E. (1998). Choice with delayed and probabilistic reinforcers: Effects of prereinforcer and post-reinforcer stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 253–265.
- Mazur, J. E. (2000). Two- versus three-alternative concurrent-chain schedules: A test of three models. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 286–293.
- Mazur, J. E. (2006). Choice between single and multiple reinforcers in concurrent-chains schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86, 211–222.
- McAllister, W. R., & McAllister, D. E. (1995). Two-factor fear theory: Implications for understanding anxiety-based clinical phenomena. In W. O'Donohue and L. Krasner (Eds.), *Theories of behavior therapy* (pp. 145–171). Washington, DC: American Psychological Association.
- McCrink, K., & Wynn, K. (2007). Ratio abstraction by 6-month-old infants. *Psychological Science*, 18, 740–745.
- McDowell, J. J. (2005). On the classic and modern theories of matching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 111–127.
- McGaugh, J. L., & Herz, M. J. (1972). *Memory consolidation*. San Francisco: Albion.
- McGee, G. G., Krantz, P. J., & McClannahan, L. E. (1986). An extension of incidental teaching procedures to reading instruction for autistic children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 19, 147–157.
- McLaren, I. P. L., & Mackintosh, N. J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, 28, 211–246.
- McLean, A. P., Campbell-Tie, P., & Nevin, J. A. (1996). Resistance to change as a function of stimulus-reinforcer and location-reinforcer contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 66, 169–191.
- McMillan, D. E., & Li, M. (1999). Drug discrimination under a current fixed-ratio fixed-ratio schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 187–204.
- McMillan, D. E., & Li, M. (2000). Drug discrimination under two concurrent fixed-interval fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 55–77.
- McNally, G. P., & Westbrook, R. F. (2006). A short intertrial interval facilitates acquisition of context-conditioned fear and a short retention interval facilitates its expression. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 164–172.
- McNish, K. A., Betts, S. L., Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (1997). Divergence of conditioned eyeblink and conditioned fear in backward Pavlovian training. *Animal Learning & Behavior*, 25, 43–52.
- McNish, K. A., Betts, S. L., Brandon, S. E., & Wagner, A. R. (1997). Divergence of conditioned eyeblink and conditioned fear in backward Pavlovian conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 25, 43–52.
- McSweeney, F. K., & Swindell, S. (1999). General-process theories of motivation revisited: The role of habituation. *Psychological Bulletin*, 125, 437–457.
- McSweeney, F. K., Hinson, J. M., & Cannon, C. B. (1996). Sensitization-habituation may occur during operant conditioning. *Psychological Bulletin*, 120, 256–271.
- Meck, W. H. (Ed.) (2003). *Functional and neural mechanisms of interval timing*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Mehta, M. A., Goodyer, I. M., & Sahakian, B. J. (2004). Methylphenidate improves working memory and set-shifting in AD/HD: Relationships to baseline memory capacity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 293–305.
- Melchers, K. G., Shanks, D. R., Lachnit, H., 2008. Stimulus coding in human associative learning: flexible representations of parts and wholes. *Behavioural Processes*, 77, 413–427.
- Mellgren, R. L. (1972). Positive and negative contrast effects using delayed reinforcement. *Learning and Motivation*, 3, 185–193.
- Melvin, K. B. (1971). Vicious circle behavior. In H. D. Kimmel (Ed.),

- Experimental psychopathology*. New York: Academic Press.
- Mercado, E. III, Murray, S. O., Uneyama, R. K., Pack, A. A., & Herman, L. M. (1998). Memory for recent actions in the bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*): Repetition of arbitrary behaviors using an abstract rule. *Animal Learning & Behavior*, 26, 210–218.
- Merritt, D., MacLean, E. L., Jaffe, S., & Brannon, E. M. (2007). A comparative analysis of serial order in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *Journal of Comparative Psychology*, 121, 363–371.
- Meyer, J.-A., Berthoz, A., Floreano, D., Roitblat, H., & Wilson, S. W. (Eds.). (2000). *From animals to animats 6*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Miller, C. A., & Sweatt, J. D. (2006). Amnesia or retrieval deficit? Implications of a molecular approach to the question of reconsolidation. *Learning and Memory*, 13, 498–505.
- Miller, G. A. (1956). The magic number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.
- Miller, J. S., Jagielo, J. A., & Spear, N. E. (1990). Alleviation of short-term forgetting: Effects of the CS- and other conditioning elements in prior cueing or as context during test. *Learning and Motivation*, 21, 96–109.
- Miller, J. S., Jagielo, J. A., & Spear, N. E. (1992). The influence of the information value provided by prior-cueing treatment on the reactivation of memory in preweanling rats. *Animal Learning & Behavior*, 20, 233–239.
- Miller, N. E. (1951). Learnable drives and rewards. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York: Wiley.
- Miller, N. E. (1960). Learning resistance to pain and fear: Effects of overlearning, exposure, and rewarded exposure in context. *Journal of Experimental Psychology*, 60, 137–145.
- Miller, N. E., & Dollard, J. (1941). *Social learning and imitation*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Miller, N. Y., & Shettleworth, S. J. (2007). Learning about environmental geometry: An associative model. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 191–212.
- Miller, R. R., & Matute, H. (1996). Animal analogues of causal judgment. *The Psychology of Learning and Motivation*, 34, 133–166.
- Miller, R. R., & Matzel, L. D. (1988). The comparator hypothesis: A response rule for the expression of associations. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 51–92). Orlando, FL: Academic Press.
- Miller, R. R., & Matzel, L. D. (2006). Retrieval failure vs. memory loss in experimental amnesia: Definitions and processes. *Learning and Memory*, 13, 491–497.
- Miller, R. R., & Springer, A. D. (1973). Amnesia, consolidation, and retrieval. *Psychological Review*, 80, 69–79.
- Miller, R. R., Barnet, R. C., & Grahame, N. J. (1995). Assessment of the Rescorla-Wagner model. *Psychological Bulletin*, 117, 363–386.
- Miller, R. R., Kasprow, W. J., & Schachtman, T. R. (1986). Retrieval variability: Sources and consequences. *American Journal of Psychology*, 99, 145–218.
- Miller, V., & Domjan, M. (1981). Selective sensitization induced by lithium malaise and footshock in rats. *Behavioral and Neural Biology*, 31, 42–55.
- Millin, P. M., & Riccio, D. C. (2004). Is the context shift effect a case of retrieval failure? The effects of retrieval enhancing treatments on forgetting under altered stimulus conditions in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 325–334.
- Milmine, M., Watanabe, A., & Colombo, M. (2008). Neural correlates of directed forgetting in the avian prefrontal cortex. *Behavioral Neuroscience*, 122, 199–209.
- Mineka, S. (1979). The role of fear in theories of avoidance learning, flooding, and extinction. *Psychological Bulletin*, 86, 985–1010.
- Mineka, S., & Gino, A. (1980). Dissociation between conditioned emotional response and extended avoidance performance. *Learning and Motivation*, 11, 476–502.
- Mineka, S., & Henderson, R. (1985). Controllability and predictability in acquired motivation. *Annual Review of Psychology*, 36, 495–530.
- Mineka, S., & Öhman, A. (2002). Phobias and preparedness: The selective, automatic, and encapsulated nature of fear. *Biological Psychiatry*, 52, 927–937.
- Minor, T. R., Dess, N. K., & Overmier, J. B. (1991). Inverting the traditional view of “learned helplessness.” In M. R. Denny (Ed.), *Fear, avoidance and phobias* (pp. 87–133). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Minor, T. R., Trauner, M. A., Lee, C.-Y., & Dess, N. K. (1990). Modeling signal features of escape response: Effects of cessation conditioning in “learned helplessness” paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 123–136.
- Misanin, J. R., Miller, R. R., & Lewis, D. J. (1968). Retrograde amnesia produced by electroconvulsive shock after reactivation of a consolidated memory trace. *Science*, 160, 554–555.
- Mitchell, C. J., Lovibond, P. F., Minard, E., & Lavis, Y. (2006). Forward blocking in human learning sometimes reflects the failure to encode a cue-outcome relationship. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 830–844.
- Mitchell, W. S., & Stoffelmayr, B. E. (1973). Application of the Premack principle to the behavioral control of extremely inactive schizophrenics. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6, 419–423.
- Moler, M., Leconte, C., & Rosas, J. M. (2006). Acquisition, extinction, and temporal discrimination in human conditioned avoidance. *Behavioural Processes*, 73(2), 199–208.
- Moody, E. W., Sunsay, C., & Bouton, M. E. (2006). Priming and trial spacing in extinction: Effects on extinction performance, spontaneous recovery, and reinstatement in appetitive conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 809–929.
- Morgan, C. L. (1894). *An introduction to comparative psychology*. London: Scott.
- Morgan, C. L. (1903). *Introduction to comparative psychology* (Rev. ed.). New York: Scribner.
- Morgan, L., & Neuringer, A. (1990). Behavioral variability as a function of response topography and reinforcement contingency. *Animal Learning & Behavior*, 18, 257–263.
- Morris, R. G. M. (1974). Pavlovian conditioned inhibition of fear during shuttlebox avoidance

- behavior. *Learning and Motivation*, 5, 424–447.
- Morris, R. G. M. (1975). Preconditioning of reinforcing properties to an exteroceptive feedback stimulus. *Learning and Motivation*, 6, 289–298.
- Morris, R. G. M. (1981). Spatial localization does not require the presence of local cues. *Learning and Motivation*, 12, 239–260.
- Morris, R. G. M., Anderson, E., Lynch, G. S., & Baudry, M. (1986). Selective impairment of learning and blockade of long-term potentiation by an N-methyl-D-aspartate receptor antagonist, AP5. *Nature*, 319, 774–776.
- Mowrer, O. H. (1947). On the dual nature of learning: A reinterpretation of “conditioning” and “problem-solving.” *Harvard Educational Review*, 17, 102–150.
- Mowrer, O. H., & Lamoreaux, R. R. (1942). Avoidance conditioning and signal duration: A study of secondary motivation and reward. *Psychological Monographs*, 54 (Whole No. 247).
- Mowrer, R. R., & Gordon, W. C. (1983). Effects of cuing in an “irrelevant” context. *Animal Learning & Behavior*, 11, 401–406.
- Mowrer, R. R., & Klein, S. B. (Eds.). (2001). *Handbook of contemporary learning theories*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Moye, T. B., & Thomas, D. R. (1982). Effects of memory reactivation treatments on postdiscrimination generalization performance in pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 10, 159–166.
- Mui, R., Haselgrove, M., McGregor, A., Futter, J., Heyes, C., & Pearce, J. M. (2007). The discrimination of natural movement by budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 371–380.
- Murkerjee, M. (1997, February). Trends in animal research. *Scientific American*, 86–93.
- Murphy, J. G., Correla, C. J., & Barnett, N. P. (2007). Behavioral economic approaches to reduce college student drinking. *Addictive Behaviors*, 32, 2573–2585.
- Murray, J. E., & Bevins, R. A. (2007). The conditional stimulus effects of nicotine vary as a function of training dose. *Behavioral Pharmacology*, 18, 707–716.
- Myers, K. M., & Davis, M. (2007). Mechanisms of fear extinction. *Molecular Psychiatry*, 12, 120–150.
- Myers, K. M., Ressler, K. J., & Davis, M. (2006). Different mechanisms of fear extinction dependent on length of time since fear acquisition. *Learning and Memory*, 13, 216–223.
- Myers, K. M., Vogel, E. H., Shin, J., & Wagner, A. R. (2001). A comparison of the Rescorla-Wagner and Pearce models in a negative patterning and summation problem. *Animal Learning & Behavior*, 29, 36–45.
- Myers, T. M., Cohn, S. I., & Clark, M. G. (2005). Acquisition and performance of two-way shuttlebox avoidance: Effects of aversive air intensity. *Learning and Motivation*, 36, 312–321.
- Mystkowski, J. L., Craske, M. G., Echiverri, A. M., & Labus, J. S. (2006). Mental reinstatement of context and return of fear in spider-fearful participants. *Behaviour Therapy*, 37, 49–60.
- Nadel, K., Schafe, G., & LeDoux, J. E. (2000). Reconsolidation: The labile nature of consolidation theory. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 216–219.
- Nader, K., Schafe, G. E., & LeDoux, J. E. (2000). Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, 406, 722–726.
- Nader, K., & Wang, S.-H. (2006). Fading in. *Learning and Memory*, 13, 530–535.
- Nakajima, A., & Tang, Y.-P. (2005). Genetic approaches to the molecular/neuronal mechanisms underlying learning and memory in the mouse. *Journal of Pharmacological Sciences*, 125, 1–5.
- Nakamura, T., Croft, D. B., & Westbrook, R. F. (2003). Domestic pigeons (*Columba livia*) discriminate between photographs of individual pigeons. *Learning & Behavior*, 31, 307–317.
- Nakamura, T., Ito, M., Croft, D. B., & Westbrook, R. F. (2006). Domestic pigeons (*Columba livia*) discriminate between photographs of male and female pigeons. *Learning & Behavior*, 34, 327–339.
- Nation, J. R., & Cooney, J. B. (1982). The time course of extinction-induced aggressive behavior in humans: Evidence for a stage model of extinction. *Learning and Motivation*, 13, 95–112.
- Neef, N. A., Bicard, D. F., & Endo, S. (2001). Assessment of impulsivity and the development of self-control in students with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34, 397–408.
- Neill, J. C., & Harrison, J. M. (1987). Auditory discrimination: The Kornorski quality-location effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 81–95.
- Nelson, J. B., & del Carmen Sanjuan, M. (2006). A context-specific latent inhibition effect in a human conditioned suppression task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1003–1020.
- Neuenschwander, N., Fabrigoule, C., & Mackintosh, N. J. (1987). Fear of the warning signal during overtraining of avoidance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39B, 23–33.
- Neuringer, A. (2004). Reinforced variability in animals and people: Implications for adaptive action. *American Psychologist*, 59, 891–906.
- Neuringer, A., Kornell, N., & Olufs, M. (2001). Stability and variability in extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 79–94.
- Nevin, J. A. (1979). Overall matching versus momentary maximizing: Nevin (1969) revisited. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 300–306.
- Nevin, J. A. (1992). An integrative model for the study of behavioral momentum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 301–316.
- Nevin, J. A., & Grace, R. C. (2000). Behavioral momentum and the law of effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 73–130.
- Nevin, J. A., & Grace, R. C. (2005). Resistance to extinction in the steady state and in transition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 199–212.
- Nevin, J. A., Mandell, G., & Atak, J. R. (1983). The analysis of behavioral momentum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 49–59.
- Norholm, S. D., Jovanovic, T., Vervliet, B., Myers, K. M., Davis,

- M., Rothbaum, B. O., & Duncan, E. J. (2006). Conditioned fear extinction and reinstatement in a human fear-potentiated startle paradigm. *Learning and Memory*, 13, 681-685.
- O'Donnell, J., Crosbie, J., Williams, D. C., & Saunders, K. J. (2000). Stimulus control and generalization of point-loss punishment with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 261-274.
- O'Donohue, W. (1998). Conditioning and third-generation behavior therapy. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 1-14). Boston: Allyn and Bacon.
- O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Oden, D. L., Thompson, R. K. R., & Premack, D. (1988). Spontaneous transfer of matching by infant chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14, 140-145.
- Odum, A. A., Lieving, L. M., & Schaal, D. W. (2002). Effects of d-amphetamine in a temporal discrimination procedure: Selective changes in timing or rate dependency? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78, 195-214.
- Odum, A. L., Shahan, T. A., & Nevin, J. A. (2005). Resistance to change of forgetting functions and response rates. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 65-75.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fear, phobias, and preparedness: Towards an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108, 483-522.
- Öhman, A., & Soares, J. J. F. (1998). Emotional conditioning to masked stimuli: Expectancies for aversive outcomes following nonrecognized fear-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 69-82.
- Ohyama, T., & Mauk, M. D. (2001). Latent acquisition of timed responses in cerebellar cortex. *Journal of Neuroscience*, 21, 682-690.
- Ohyama, T., Gibbon, J., Deich, J. D., & Balsam, P. (1999). Temporal control during maintenance and extinction of conditioned keypecking in ring doves. *Animal Learning & Behavior*, 27, 89-98.
- Ohyama, T., Nores, W. L., Murphy, M., & Mauk, M. D. (2003). What the cerebellum computes. *Trends in Neuroscience*, 26, 222-227.
- Olmstead, M. C. (2006). Animal models of drug addiction: Where do we go from here? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 625-653.
- Olton, D. S., & Samuelson, R. J. (1976). Remembrance of places passed: Spatial memory in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 97-116.
- Ost, J. W. P., & Lauer, D. W. (1965). Some investigations of salivary conditioning in the dog. In W. F. Prokasy (Ed.), *Classical conditioning*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Ostlund, S. B., & Balleine, B. W. (2007). Selective reinstatement of instrumental performance depends on the discriminative stimulus properties of the mediating outcome. *Learning & Behavior*, 35, 43-52.
- Ostlund, S. B., Winterbauer, N. E., & Balleine, B. W. (2008). Theory of reward systems. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (pp. 701-720). Oxford: Elsevier.
- Overmier, J. B. (1999). On the nature of animals models of human behavioral dysfunction. In M. Haug and R. E. Whalen (Eds.), *Animal Models of human emotion and cognition* (pp. 15-24). Washington, DC: American Psychological Association.
- Overmier, J. B. (2002). On learned helplessness. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 37, 4-8.
- Overmier, J. B., & Lawry, J. A. (1979). Pavlovian conditioning and the mediation of behavior. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 13). New York: Academic Press.
- Overmier, J. B., & Linwick, D. (2001). Conditional choice-unique outcomes establish expectancies that mediate choice behavior. *Integrative Psychological & Behavioral Science*, 36, 173-181.
- Overmier, J. B., & LoLordo, V. M. (1998). Learned helplessness. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 352-373). Boston: Allyn and Bacon.
- Overmier, J. B., & Seligman, M. E. P. (1967). Effects of inescapable shock upon subsequent escape and avoidance learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 63, 23-33.
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability as an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 429-452.
- Papadouka, V., & Matthews, T. J. (1995). Motivational mechanisms and schedule-induced behavioral stereotypy. *Animal Learning & Behavior*, 23, 461-469.
- Papini, M. R. (2003). Comparative psychology of surprising nonreward. *Brain, Behavior and Evolution*, 62, 83-95.
- Papini, M. R. (2008). *Comparative psychology* (2nd Edition). London: Taylor Francis.
- Papini, M. R., & Bitterman, M. E. (1990). The role of contingency in classical conditioning. *Psychological Review*, 97, 396-403.
- Parker, L. A. (2003). Taste avoidance and taste aversion: Evidence for two different processes. *Learning & Behavior*, 31, 165-172.
- Patterson, F. G. (1978). The gestures of a gorilla: Language acquisition in another pongid. *Brain and Language*, 5, 56-71.
- Patterson, M. M., & Grau, J. W. (Eds.) (2001). Spinal cord plasticity: Alterations in reflex function. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes* (G. V. Anrep, trans.). London: Oxford University Press.
- Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning. *Psychological Review*, 94, 61-73.
- Pearce, J. M. (1994). Similarity and discrimination: A selective review and a connectionist model. *Psychological Review*, 101, 587-607.
- Pearce, J. M. (2002). Evaluation and development of a connectionist theory of configural learning. *Animal Learning & Behavior*, 30, 73-95.
- Pearce, J. M., & Bouton, M. E. (2001). Theories of associative learning. *Annual Review of Psychology*, 52, 111-139.
- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned

- stimuli. *Psychological Review*, 87, 532–552.
- Pearce, J. M., Graham, M., Good, M. A., Jones, P. M., McGregor, A. (2006). Potentiation, overshadowing, and blocking of spatial learning based on the shape of the environment. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 201–214.
- Pecina, S., Smith, K. S., & Berridge, K. C. (2006). Hedonic hot spots in the brain. *The Neuroscientist*, 12, 500–511.
- Pedreira, M. E., Romano, A., Tomsic, D., Lozada, M., & Maldonado, H. (1998). Massed and spaced training build up different components of long-term habituation in the crab *Chasmagnathus*. *Animal Learning & Behavior*, 26, 34–45.
- Pelchat, M. L., & Rozin, P. (1982). The special role of nausea in the acquisition of food dislikes by humans. *Appetite*, 3, 341–351.
- Pelley, M. E. (2004). The role of associative history in models of associative learning: A selective review and a hybrid model. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57B, 193–243.
- Pelloux, Y., Everitt, B. J., & Dickinson, A. (2007). Compulsive drug seeking by rats under punishment: effects of drug taking history. *Psychopharmacology*, 194, 127–137.
- Pepperberg, I. M. (1990). Some cognitive capacities of an African grey parrot (*Psittacus erithacus*). In P. J. B. Slater, J. S. Rosenblatt, & C. Beer (Eds.), *Advances in the study of behavior* (Vol. 19, pp. 357–409). San Diego: Academic Press.
- Pepperberg, I. M. (1993). Cognition and communication in an African Grey parrot (*Psittacus erithacus*): Studies on a nonhuman, nonprimate, nonmammalian subject. In Roitblat, H. L., Herman, L. M., & Nachtigall, P. E. (Eds.), *Language and communication: Comparative perspectives* (pp. 221–248). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pepperberg, I. M. (1999). Rethinking syntax: A commentary on E. Kako's "Elements of syntax in the systems of three language-trained animals." *Animal Learning & Behavior*, 27, 15–17.
- Pepperberg, I. M. (1999). *The Alex studies: Cognitive and communicative abilities of Grey Parrots*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Pérez, C., Fanizza, L. J., & Sclafani, A. (1999). Flavor preferences conditioned by intragastric nutrient infusions in rats fed chow or a cafeteria diet. *Appetite*, 32, 155–170.
- Perry, D. G., & Parke, R. D. (1975). Punishment and alternative response training as determinants of response inhibition in children. *Genetic Psychology Monographs*, 91, 257–279.
- Peterson, C., & Seligman, M. E. P. (1984). Causal explanations as a risk factor for depression: Theory and evidence. *Psychological Review*, 91, 347–374.
- Peterson, C., Maier, S. F., & Seligman, M. E. P. (1993). *Learned helplessness: A theory for the age of personal control*. New York: Oxford University Press.
- Peterson, G. B., & Trapold, M. A. (1980). Effects of altering outcome expectancies on pigeons' delayed conditional discrimination performance. *Learning and Motivation*, 11, 267–288.
- Peterson, G. B., Ackil, J. E., Frommer, G. P., & Hearst, E. S. (1972). Conditioned approach and contact behavior toward signals for food and brain-stimulation reinforcement. *Science*, 177, 1009–1011.
- Pfau, J. G., Kippin, T. E., & Centeno, S. (2001). Conditioning and sexual behavior: A review. *Hormones and Behavior*, 40, 291–321.
- Pilz, P. K., Schnitzler, H.-U. (1996). Habituation and sensitization of the acoustic startle response in rats: Amplitude, threshold, and latency measures. *Neurobiology of Learning and Memory*, 66, 67–79.
- Pineño, O., & Miller, R. R. (2004). Signaling a change in cue-outcome relations in human associative learning. *Learning & Behavior*, 32, 360–375.
- Pinker, S. (2002). *The blank slate: The modern denial of human nature*. New York: Viking.
- Pisacreta, R. (1982). Some factors that influence the acquisition of complex, stereotyped, response sequences in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 359–369.
- Pizzo, M. J., & Crystal, J. D. (2007). Temporal discrimination of alternative days in rats. *Learning & Behavior*, 35, 165–168.
- Ploog, B. O. (2001). Effects of primary reinforcement on pigeons' initial-link responding under a concurrent-chains schedule with nondifferential terminal links. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76, 75–94.
- Ploog, B. O. (2001). Net amount of food affects autoshaped response rate, response latency, and gape amplitude in pigeons. *Learning and Motivation*, 32, 383–400.
- Ploog, B. O., & Zeigler, H. P. (1996). Effects of food-pellet size on rate, latency, and topography of autoshaped key pecks and gapes in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 109–125.
- Pockett, S., Banks, W. P., & Gallagher, S. (Eds.). (2006). *Does consciousness cause behavior?* Cambridge, Mass: MIT Press.
- Podlesnik, C. A., & Shahan, T. A. (2008). Response-reinforcer relations and resistance to change. *Behavioural Processes*, 77, 109–125.
- Poling, A., Nickel, M., & Alling, K. (1990). Free birds aren't fat: Weight gain in captured wild pigeons maintained under laboratory conditions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53, 423–424.
- Postman, L. (1971). Transfer, interference, and forgetting. In J. W. Kling & L. A. Riggs (Eds.), *Woodworth and Schlosberg's experimental psychology* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Poulos, C. X., & Cappell, H. (1991). Homeostatic theory of drug tolerance: A general model of physiological adaptation. *Psychological Review*, 98, 390–408.
- Prados, J., Manteiga, R. D., & Sansa, J. (2003). Recovery effects after extinction in the Morris swimming pool navigation task. *Learning & Behavior*, 31, 299–304.
- Pravosudov, V. V., & Clayton, N. S. (2002). A test of the adaptive specialization hypothesis: Population differences in caching, memory, and the hippocampus in black-capped chickadees (*Parus atricapilla*). *Behavioral Neuroscience*, 116, 515–522.
- Premack, D. (1965). Reinforcement theory. In D. Levine (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation* (Vol. 13, pp. 123–180). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Premack, D. (1971a). Catching up with common sense, or two sides of a generalization: Reinforcement and punishment. In R. Glaser (Ed),

- The nature of reinforcement*. New York: Academic Press.
- Premack, D. (1971b). Language in chimpanzee? *Science*, 172, 808–822.
- Premack, D. (1976). *Intelligence in ape and man*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Prescott, T. J., Bryson, J. J., & Seth, A. K. (2007). Modelling natural action selection. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 362B, 1521–1529.
- Preston, K. L., Umbricht, A., Wong, C. J., & Epstein, D. H. (2001). Shaping cocaine abstinence by successive approximations. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 69, 43–654.
- Puente, G. P., Cannon, D. S., Best, M. R., & Carrell, L. E. (1988). Occasion setting of fluid ingestion by contextual cues. *Learning and Motivation*, 19, 239–253.
- Quinn, J. J., & Fanselow, M. (2006). Defenses and memories: Functional neural circuitry of fear and conditional responding. In M. G. Craske, D. Vansteenwegen, and D. Hermans (Eds.), *Fear and learning: From basic processes to clinical implications* (pp. 55–74). Washington, DC: American Psychological Association.
- Quirk, G. J., Milad, M. R., Santini, E., & Lebrón, K. (2007). Learning not to fear: A neural systems approach. In L. J. Kirmayer, R. Lemelson, and M. Barad (Eds.), *Understanding trauma: Integrating biological, clinical, and cultural perspectives* (pp. 60–77). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Quirk, G. J. & Mueller, D. (2008). Neural mechanisms of extinction learning and retrieval. *Neuropsychopharmacology*, 33, 56–72.
- Rachlin, H. (1995). Behavioral economics without anomalies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 397–404.
- Rachlin, H. (1976). *Behavior and learning*. New York (?): W. H. Freeman.
- Rachlin, H. (1989). *Judgement, decision, and choice*. New York: Freeman.
- Rachlin, H. (2000). *The science of self-control*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Rachlin, H. (2006). Notes on discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85, 425–435.
- Rachlin, H. C., & Green, L. (1972). Commitment, choice, and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 15–22.
- Rachlin, H. C., & Herrnstein, R. L. (1969). Hedonism revisited: On the negative law of effect. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton Century-Crofts.
- Raia, C. P., Shillingford, S. W., Miller, H. L., Jr., & Baier, P. S. (2000). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 265–281.
- Raiff, B. R., Bullock, C. E., & Hackenberg, T. D. (2008). Response-cost punishment with pigeons: Further evidence of response suppression via token loss. *Learning & Behavior*, 36, 29–41.
- Ramirez, I. (1997). Carbohydrate-induced stimulation of saccharin intake: Yoked controls. *Animal Learning & Behavior*, 25, 347–356.
- Randell, T., & Remington, B. (1999). Equivalence relations between visual stimuli: The functional role of naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 395–415.
- Randich, A., & LoLordo, V. M. (1979). Associative and non-associative theories of the UCS preexposure phenomenon: Implications for Pavlovian conditioning. *Psychological Bulletin*, 86, 523–548.
- Rasmussen, E. B., & Newland, M. C. (2008). Asymmetry of reinforcement and punishment in human choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 89, 157–167.
- Rau, V., & Fanselow, M. S. (2007). Neurobiological and neuroethological perspectives on fear and anxiety. In L. J. Kirmayer, R. Lemelson, and M. Barad (Eds.), *Understanding trauma: Integrating biological, clinical, and cultural perspectives* (pp. 27–40). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Rauhut, A. S., Thomas, B. L., & Ayres, J. J. B. (2001). Treatments that weaken Pavlovian conditioned fear and thwart its renewal in rats: Implications for treating human phobias. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 99–114.
- Raymond, J. L., Lisberger, S. G., & Mauk, M. D. (1996). The cerebellum: A neuronal learning machine? *Science*, 272, 1126–1131.
- Reberg, D. (1972). Compound tests for excitation in early acquisition and after prolonged extinction of conditioned suppression. *Learning and Motivation*, 3, 246–258.
- Reberg, D., Innis, N. K., Mann, B., & Eizenga, C. (1978). “Superstitious” behavior resulting from periodic response-independent presentations of food or water. *Animal Behaviour*, 26, 506–519.
- Reed, D. D., Critchfield, T. S., & Martins, B. K. (2006). The generalized matching law in elite sport competition: Football play calling as operant choice. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 39, 281–297.
- Reed, P. (2007a). Human sensitivity to reinforcement feedback functions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 653–657.
- Reed, P. (2007b). Response rate and sensitivity to the molar feedback function relating response and reinforcement rate on VI+ schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 428–439.
- Reed, P., & Yoshino, T. (2008). Effect of contingent auditory stimuli on concurrent schedule performance: An alternative punisher to electric shock. *Behavioural Processes*, 78, 421–428.
- Reid, A. K., Chadwick, C. Z., Dunham, M., & Miller, A. (2001). The development of functional response units: The role of demarcating stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72, 81–96.
- Reilly, S., & Schachtman, T. R. (Eds.), (2008). *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes*. New York: Oxford University Press.
- Repp, A. C., & Singh, N. N. (Eds.). (1990). *Perspectives on the use of nonaversive and aversive interventions for persons with developmental disabilities*. Sycamore, IL: Sycamore.
- Rescorla, R. A. (1967a). Inhibition of delay in Pavlovian fear conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64, 114–120.
- Rescorla, R. A. (1967b). Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, 74, 71–80.
- Rescorla, R. A. (1968). Pavlovian conditioned fear in Sidman avoidance learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 65, 55–60.

- Rescorla, R. A. (1969a). Conditioned inhibition of fear resulting from negative CS-US contingencies. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 504–509.
- Rescorla, R. A. (1969b). Pavlovian conditioned inhibition. *Psychological Bulletin*, 72, 77–94.
- Rescorla, R. A. (1980). *Pavlovian second-order conditioning*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rescorla, R. A. (1982). Effect of a stimulus intervening between CS and US in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 131–141.
- Rescorla, R. A. (1985). Conditioned inhibition and facilitation. In R. R. Miller & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rescorla, R. A. (1986). Extinction of facilitation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 12, 16–24.
- Rescorla, R. A. (1987). Facilitation and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 250–259.
- Rescorla, R. A. (1988). Facilitation based on inhibition. *Animal Learning & Behavior*, 16, 169–176.
- Rescorla, R. A. (1990a). Evidence for an association between the discriminative stimulus and the response-outcome association in instrumental learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 326–334.
- Rescorla, R. A. (1990b). The role of information about the response-outcome relation in instrumental discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 262–270.
- Rescorla, R. A. (1992). Association between an instrumental discriminative stimulus and multiple outcomes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 95–104.
- Rescorla, R. A. (1993a). Inhibitory associations between S and R in extinction. *Animal Learning & Behavior*, 21, 327–336.
- Rescorla, R. A. (1993b). Preservation of response-outcome associations through extinction. *Animal Learning & Behavior*, 21, 238–245.
- Rescorla, R. A. (1996a). Preservation of Pavlovian associations through extinction. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 245–258.
- Rescorla, R. A. (1996b). Response-outcome associations remain functional through interference treatments. *Animal Learning & Behavior*, 24, 450–458.
- Rescorla, R. A. (1997). Response-inhibition in extinction. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 238–252.
- Rescorla, R. A. (1997a). Spontaneous recovery after Pavlovian conditioning with multiple outcomes. *Animal Learning & Behavior*, 25, 99–107.
- Rescorla, R. A. (1997b). Spontaneous recovery of instrumental discriminative responding. *Animal Learning & Behavior*, 27, 485–497.
- Rescorla, R. A. (1997c). Summation: Assessment of a configural theory. *Animal Learning Behavior*, 25, 200–209.
- Rescorla, R. A. (1999a). Associative changes in elements and compounds when the other is reinforced. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 247–255.
- Rescorla, R. A. (1999b). Summation and overexpectation with qualitatively different outcomes. *Animal Learning & Behavior*, 27, 50–62.
- Rescorla, R. A. (1999c). Within-subject partial reinforcement extinction effect in autoshaping. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 75–87.
- Rescorla, R. A. (2000a). Associative changes with a random CS-US relationship. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53B, 325–340.
- Rescorla, R. A. (2000b). Extinction can be enhanced by a concurrent excitator. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 251–260.
- Rescorla, R. A. (2001a). Experimental extinction. In R. R. Mowrer & S. B. Klein (Eds.), *Contemporary learning theories* (pp. 119–154). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Rescorla, R. A. (2001b). Retraining of extinguished Pavlovian stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 115–124.
- Rescorla, R. A. (2003). Protection from extinction. *Learning & Behavior*, 31, 124–132.
- Rescorla, R. A. (2004a). Spontaneous recovery. *Learning and Memory*, 11, 501–509.
- Rescorla, R. A. (2004b). Spontaneous recovery varies inversely with the training-extinction interval. *Learning & Behavior*, 32, 401–408.
- Rescorla, R. A. (2006a). Deepened extinction from compound stimulus presentation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 135–144.
- Rescorla, R. A. (2006b). Spontaneous recovery from overexpectation. *Learning & Behavior*, 34, 13–20.
- Rescorla, R. A. (2006c). Stimulus generalization of excitation and inhibition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 53–67.
- Rescorla, R. A. (2007a). Renewal after overexpectation. *Learning & Behavior*, 35, 19–26.
- Rescorla, R. A. (2007b). Spontaneous recovery after reversal and partial reinforcement. *Learning & Behavior*, 35, 191–200.
- Rescorla, R. A. (2008). Evaluating conditioning of related and unrelated stimuli using a compound test. *Learning & Behavior*, 36, 67–74.
- Rescorla, R. A., & Furrow, D. R. (1977). Stimulus similarity as a determinant of Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 203–215.
- Rescorla, R. A., & Heth, C. D. (1975). Reinstatement of fear to an extinguished conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 104, 88–96.
- Rescorla, R. A., & Solomon, R. L. (1967). Two-process learning theory: Relationships between Pavlovian conditioning and instrumental learning. *Psychological Review*, 74, 151–182.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64–99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Rescorla, R. A., Durlach, P. J., & Grau, J. W. (1985). Contextual learning in Pavlovian conditioning. In P. Balsam & A. Tomie (Eds.), *Context and learning* (pp. 23–56). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Revusky, S. H., & Garcia, J. (1970). Learned associations over long delays. In G. H. Bower & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of*

- learning and motivation (Vol. 4). New York: Academic Press.
- Reynolds, G. S. (1961). Attention in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 203–208.
- Reynolds, G. S. (1975). *A primer of operant conditioning*. Glenview, IL: Scott Foresman.
- Riccio, D. C., & Richardson, R. (1984). The status of memory following experimentally induced amnesias: Gone, but not forgotten. *Physiological Psychology*, 12, 59–72.
- Riccio, D. C., MacArdy, E. A., & Kissinger, S. C. (1991). Associative processes in adaptation to repeated cold exposure in rats. *Behavioral Neuroscience*, 105, 599–602.
- Riccio, D. C., Millin, P. M., & Bogart, A. R. (2006). Reconsolidation: A brief history, a retrieval view, and some recent issues. *Learning and Memory*, 13, 536–544.
- Riccio, D. C., Rabinowitz, V. C., & Axelrod, S. (1994). Memory: When less is more. *American Psychologist*, 49, 917–926.
- Richardson, R., Ledgerwood, L., & Cranney, J. (2004). Facilitation of fear extinction by D-cycloserine: Theoretical and clinical implications. *Learning and Memory*, 11, 510–516.
- Richardson, R., Riccio, D. C., & Jonke, T. (1983). Alleviation of infantile amnesia in rats by means of a pharmacological contextual state. *Developmental Psychobiology*, 16, 511–518.
- Riley, A. L., & Freeman, K. B. (2008). *Conditioned taste aversion: An annotated bibliography*. American University. www.ctalearning.com.
- Ristau, C. A. (Ed.). (1991). *Cognitive ethology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Robbins, S. J. (1990). Mechanisms underlying spontaneous recovery in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 235–249.
- Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 242–268.
- Roberts, S., & Church, R. M. (1978). Control of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 318–337.
- Roberts, W. A. (1998). *Animal cognition*. Boston: McGraw-Hill.
- Roberts, W. A. (2006). The questions of temporal and spatial displacement in animal cognition. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 145–163). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Roberts, W. A., & Grant, D. S. (1976). Studies of short-term memory in the pigeon using the delayed matching to sample procedure. In D. L. Medin, W. A. Roberts, & R. T. Davis (Eds.), *Processes of animal memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Roberts, W. A., & Grant, D. S. (1978). An analysis of light-induced retroactive inhibition in pigeon short term memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 219–236.
- Roberts, W. A., & Van Veldhuizen, N. (1985). Spatial memory in pigeons on a radial maze. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 241–260.
- Roberts, W. A., & Veldhuizen, N. V. (1985). Spatial memory in pigeons on the radial maze. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 241–260.
- Roberts, W. A. (2002). Are animals stuck in time? *Psychological Bulletin*, 128, 473–489.
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2003). Addiction. *Annual Review of Psychology*, 54, 25–53.
- Rogers, R. F., Schiller, K. M., & Matzel, L. D. (1996). Chemosensory-based contextual conditioning in *Hermisendra crassicornis*. *Animal Learning & Behavior*, 24, 28–37.
- Roitblat, H. L. (2007). A comparative psychologist looks at language. In D. A. Washburn (Ed.), *Primate perspectives on behavior and cognition* (pp. 235–242). Washington, DC: American Psychological Association.
- Roitblat, H. L., & Meyer, J.-A. (Eds.). (1995). *Comparative approaches to cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Roitblat, H. L., Harley, H. E., & Helweg, D. A. (1993). Cognitive processing in artificial language research. In Roitblat, H. L., Herman, L. M., & Nachtigall, P. E. (Eds.), *Language and communication: Comparative perspectives* (pp. 1–23). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Roitblat, H. L., Penner, R. H., & Nachtigall, P. E. (1990). Matching-to-sample by an echo locating dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 85–95.
- Roll, J. M., & Newton, T. (2008). Methamphetamines. In S. T. Higgins, K. Silverman, & S. H. Heil (2008). *Contingency management in substance abuse treatment* (pp. 80–98). New York: Guilford Press.
- Romanes, G. J. (1882). *Animal intelligence*. New York: Appleton.
- Romaniuk, C. B., & Williams, D. A. (2000). Conditioning across the duration of a backward conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 454–461.
- Roper, K. L., Chaponis, D. M., & Blaisdell, A. P. (2005). Transfer of directed-forgetting cues across discrimination tasks with pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1005–1010.
- Roper, K. L., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R. (1995). True directed forgetting in pigeons may occur only when alternative working memory is required on forget-cue trials. *Animal Learning & Behavior*, 23, 280–285.
- Rosellini, R. A., & DeCola, J. P. (1981). Inescapable shock interferes with the acquisition of a low-activity response in an appetitive context. *Animal Learning & Behavior*, 9, 487–490.
- Rosellini, R. A., DeCola, J. P., & Shapiro, N. R. (1982). Cross-motivational effects of inescapable shock are associative in nature. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 376–388.
- Rosellini, R. A., DeCola, J. P., Plonsky, M., Warren, D. A., & Stilman, A. J. (1984). Uncontrollable shock proactively increases sensitivity to response-reinforcer independence in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 346–359.
- Ross, R. T., & Holland, P. C. (1981). Conditioning of simultaneous and serial feature-positive discriminations. *Animal Learning & Behavior*, 9, 293–303.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J. H., & Price, L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of

- flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 1020–1026.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., Ready, D., Graap, K., & Alarcon, R. D. (2001). Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with post-traumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 62, 617–622.
- Routtenberg, A. (2008). The substrate for long-lasting memory: If not protein synthesis, then what? *Neurobiology of Learning and Memory*, 89, 225–233.
- Rovee-Collier, C., Hayne, H., & Colombo, M. (2001). *The development of implicit and explicit memory*. Philadelphia: John Benjamins.
- Rozin, P., & Zellner, D. (1985). The role of Pavlovian conditioning in the acquisition of food likes and dislikes. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 443, 189–202.
- Rudy, J. W. (2008). Is there a baby in the bathwater? Maybe: Some methodological issues for the de novo protein synthesis hypothesis. *Neurobiology of Learning and Memory*, 89, 219–224.
- Rumbaugh, D. M. (Ed.). (1977). *Language learning by a chimpanzee: The Lana project*. New York: Academic Press.
- Russell, M. S., & Burch, R. L. (1959). *The principles of humane experimental technique*. London: Methuen.
- Russell, W. R., & Nathan, P. W. (1946). *Traumatic amnesia*. *Brain*, 69, 280–300.
- Russella, R., & Kirkpatrick, K. (2007). The role of temporal generalization in a temporal discrimination task. *Behavioural Processes*, 74, 115–125.
- Sahley, C., Rudy, J. W., & Gelperin, A. (1981). An analysis of associative learning in a terrestrial mollusc: I. Higher-order conditioning, blocking, and a transient US-pre-exposure effect. *Journal of Comparative Physiology-A*, 144, 1–8.
- Sajwaj, T., Libet, J., & Agras, S. (1974). Lemon-juice therapy: The control of life-threatening rumination in a six-month-old infant. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 7, 557–563.
- Saladin, M. E., Brady, K. T., Graap, K., & Rothbaum, B. O. (2004). A preliminary report on the use of virtual reality technology to elicit craving and cue reactivity in cocaine dependent individuals. *Addictive Behaviors*, 31, 1881–1894.
- Saladin, M. E., Have, W. N., Saper, Z. L., Labinsky, J. S., & Tait, R. W. (1989). Retardation of rabbit nictitating membrane conditioning following US preexposures depends on the distribution and numbers of US presentations. *Animal Learning & Behavior*, 17, 179–187.
- Salwiczek, L. H., Dickinson, A., & Clayton, N. S. (2008). What do animals remember about their past? In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol. 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (pp. 441–460). Oxford: Elsevier.
- Sanabria, F., Sitomer, M. T., & Killeen, P. R. (2006). Negative automaintenance omission training is effective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86, 1–10.
- Sargisson, R. J., & White, K. G. (2001). Generalization of delayed matching to sample following training at different delays. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 1–14.
- Savage-Rumbaugh, E. S. (1986). *Ape language*. New York: Columbia University Press.
- Savage-Rumbaugh, E. S., McDonald, K., Sevcik, R. A., Hopkins, W. D., & Rubert, E. (1986). Spontaneous symbol acquisition and communicative use by pigmy chimpanzees (*Pan paniscus*). *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 211–235.
- Savage-Rumbaugh, E. S., Murphy, J., Sevcik, R. A., Brakke, K. E., Williams, S. L., & Rumbaugh, D. M. (1993). Language comprehension in ape and child. *Monographs of the Society for Research in Child Development* (Vol. 58, Nos. 3–4, Serial No. 233).
- Savage-Rumbaugh, E. S., Sevcik, R. A., Brakke, K. E., & Rumbaugh, D. M. (1990). Symbols: Their communicative use, comprehension, and combination by bonobos (*Pan paniscus*). In C. Rovee-Collier & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (Vol. 6, pp. 221–278). Norwood, NJ: Ablex.
- Savage-Rumbaugh, S., Shanker, S. G., & Taylor, T. J. (1998). *Apes, language, and the human mind*. New York: Oxford University Press.
- Savastano, H. I., & Fantino, E. (1996). Differences in delay, not ratios, control choice in concurrent chains. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 66, 97–116.
- Savastano, H. I., & Miller, R. R. (1998). Time as content in Pavlovian conditioning. *Behavioural Processes*, 44, 147–162.
- Savastano, H. I., Arcediano, F., Stout, S. C., & Miller, R. R. (2003). Interaction between preexposure and overshadowing: Further analysis of the extended comparator hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 371–395.
- Savastano, H. I., Cole, R. P., Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1999). Reconsidering conditioned inhibition. *Learning and Motivation*, 30, 101–127.
- Savastano, H., & Fantino, E. (1994). Human choice in concurrent ratio-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 453–463.
- Sawa, K., Nakajima, S., & Imada, H. (1999). Facilitation of sodium aversion learning in sodium-deprived rats. *Learning and Motivation*, 30, 281–295.
- Scalera, G. (2002). Effects of conditioned food aversions on nutritional behavior in humans. *Nutritional Neuroscience*, 5, 159–188.
- Scalera, G., & Bavieri, M. (2008). Role of conditioned taste aversion on the side effects of chemotherapy in cancer patients. In S. Reilly, & T. R. Schachtman (Eds.), *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes* (pp. 513–542). New York: Oxford University Press.
- Scavio, M. J., Jr., & Gormezano, I. (1974). CS intensity effects on rabbit nictitating membrane conditioning, extinction and generalization. *Pavlovian Journal of Biological Science*, 9, 25–34.
- Schaal, S. et al. (2004). *From animals to animats 8*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schachter, D. L., & Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? In D. L. Schachter and E. Tulving (Eds.), *Memory systems 1994* (pp. 1–38). Cambridge, MA: MIT Press.
- Schachtman, T. R., Brown, A. M., & Miller, R. R. (1985). Reinstatement-induced recovery of a taste-LiCl association following extinction.

- Animal Learning & Behavior*, 13, 223–227.
- Schachtman, T. R., Gee, J.-L., Kaspro, W. J., & Miller, R. R. (1983). Reminder-induced recovery from blocking as a function of the number of compound trials. *Learning and Motivation*, 14, 154–164.
- Schafe, G. E., & LeDoux, J. E. (2000). Memory consolidation of auditory Pavlovian fear conditioning requires protein synthesis and protein kinase A in the amygdala. *Journal of Neuroscience*, 20, RC96, 1–5.
- Schiff, R., Smith, N., & Prochaska, J. (1972). Extinction of avoidance in rats as a function of duration and number of blocked trials. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, 356–359.
- Schindler, C. W., & Weiss, S. J. (1982). The influence of positive and negative reinforcement on selective attention in the rat. *Learning and Motivation*, 13, 304–323.
- Schlinger, H., Blakely, E., & Kaczor, T. (1990). Pausing under variable-ratio schedules: Interaction of reinforcer magnitude, variable-ratio size, and lowest ratio. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53, 133–139.
- Schlosberg, H. (1934). Conditioned responses in the white rat. *Journal of Genetic Psychology*, 45, 303–335.
- Schlosberg, H. (1936). Conditioned responses in the white rat: II. Conditioned responses based upon shock to the foreleg. *Journal of Genetic Psychology*, 49, 107–138.
- Schmajuk, N. A., & Holland, P. C. (Eds.). (1998). *Occasion setting: Associative learning and cognition in animals*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Schmajuk, N. A., & Holland, P. C. (Eds.). (1998). *Occasion setting*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Schmajuk, N. A., & Larrauri, J. A. (2006). Experimental challenges to theories of classical conditioning: Application of an attentional model of storage and retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 1–20.
- Schmidt, N. B., Anthony, R. J., Maner, J. K., & Woolaway-Bickel, K. (2006). Differential effects of safety in extinction of anxious responding to a CO₂ challenge in patients with panic disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 115, 341–350.
- Schneiderman, N., & Gormezano, I. (1964). Conditioning of the nictitating membrane of the rabbit as a function of CS-US interval. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57, 188–195.
- Schöner, G., & Thelen, E. (2006). Using dynamic field theory to rethink infant habituation. *Psychological Review*, 113, 273–299.
- Schreibman, L., Koegel, R. L., Charlop, M. H., & Egel, A. L. (1990). Infantile autism. In A. S. Bellack, M. Hersen, & A. E. Kazdin (Eds.), *International handbook of behavior modification and therapy*. (pp. 763–789). New York: Plenum.
- Schreurs, B. G. (1998). Long-term memory and extinction of rabbit nictitating membrane trace conditioning. *Learning and Motivation*, 29, 68–82.
- Schultz, W. (2006). Behavioral theories and the neurophysiology of reward. *Annual Review of Psychology*, 57, 87–115.
- Schultz, W., Dayan, P., & Montague, P. R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 275, 1593–1599.
- Schuster, C. R. (1999). Foreword. In S. T. Higgins & K. Silverman (Eds.), *Motivating behavior change among illicit-drug abusers*. Washington, DC: American Psychological Association. (p. xiii).
- Schuster, R. H., & Rachlin, H. (1968). Indifference between punishment and free shock: Evidence for the negative law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 777–786.
- Schusterman, R. J., & Gisiner, R. (1988). Artificial language comprehension in dolphins and sea lions: The essential cognitive skills. *Psychological Record*, 38, 311–348.
- Schwartz, B. (1976). Positive and negative conditioned suppression in the pigeon: Effects of the locus and modality of the CS. *Learning and Motivation*, 7, 86–100.
- Schwartz, B. (1980). Development of complex, stereotyped behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 33, 153–166.
- Schwartz, B. (1981). Reinforcement creates behavioral units. *Behavioural Analysis Letters*, 1, 33–41.
- Schwartz, B. (1985). On the organization of stereotyped response sequences. *Animal Learning & Behavior*, 13, 261–268.
- Schwartz, B. (1988). The experimental synthesis of behavior: Reinforcement, behavioral stereotypy, and problem solving. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 93–138). Orlando, FL: Academic Press.
- Schweitzer, J. B., & Sulzer-Azaroff, B. (1988). Self-control: Teaching tolerance for delay in impulsive children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 173–186.
- Sclafani, A. (1997). Learned controls of ingestive behaviour. *Appetite*, 29, 153–158.
- Seligman, M. E. P., & Maier, S. F. (1967). Failure to escape traumatic shock. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 1–9.
- Senkowski, P. C. (1978). Variables affecting the overtraining extinction effect in discrete-trial lever pressing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 131–143.
- Sevcik, R. A., Ronski, M. A., & Wilkenson, K. (1991). Roles of graphic symbols in the language acquisition process for persons with severe cognitive disabilities. *Journal of Augmentative and Alternative Communication*, 7, 161–170.
- Sevenster, P. (1973). Incompatibility of response and reward. In R. A. Hinde & J. Stevenson-Hinde (Eds.), *Constraints on learning*. London: Academic Press.
- Sheffield, F. D., Roby, T. B., & Campbell, B. A. (1954). Drive reduction versus consummatory behavior as determinants of reinforcement. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47, 349–354.
- Sherry, D. F. (1984). Food storage by black-capped chickadees: Memory for the location and contents of caches. *Animal Behaviour*, 32, 451–464.
- Sherry, D. F. (1985). Food storage by birds and mammals. *Advances in the study of behavior*, 15, 153–188.
- Sherry, D. F., Krebs, J. R., & Cowie, R. J. (1981). Memory for the location of stored food in marsh tits. *Animal Behaviour*, 29, 1260–1266.
- Shettleworth, S. J. (1975). Reinforcement and the organization of behavior in golden hamsters: Hunger,

- environment, and food reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 56–87.
- Shettleworth, S. J. (1998). *Cognition, evolution, and behavior*. New York: Oxford University Press.
- Shettleworth, S. J., & Krebs, J. R. (1986). Stored and encountered seeds: A comparison of two spatial memory tasks in marsh tits and chickadees. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 12, 248–257.
- Shettleworth, S. J., & Sutton, J. E. (2005). Multiple systems for spatial learning: Dead reckoning and beacon homing in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 125–141.
- Shimp, C. P. (1966). Probabilistically reinforced choice behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 443–455.
- Shimp, C. P. (1969). Optimum behavior in free-operant experiments. *Psychological Review*, 76, 97–112.
- Shimp, C. P., Herbranson, W. T., Fremouw, T., & Froehlich, A. L. (2006). Rule learning, memorization strategies, switching attention between local and global levels of perception, and optimality in avian visual categorization. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.) *Comparative cognition*. (pp. 388–404). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Shors, T. J. (2006). Stressful experience and learning across the lifespan. *Annual Review of Psychology*, 57, 55–85.
- Shuwairi, S. M., Albert, M. K., & Johnson, S. P. (2007). Discrimination of possible and impossible objects in infancy. *Psychological Science*, 18, 303–307.
- Sidman, M. & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5–22.
- Sidman, M. (1953a). Avoidance conditioning with brief shock and no exteroceptive warning signal. *Science*, 118, 157–158.
- Sidman, M. (1953b). Two temporal parameters of the maintenance of avoidance behavior by the white rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 253–261.
- Sidman, M. (1960). *Tactics of scientific research*. New York: Basic Books.
- Sidman, M. (1962). Reduction of shock frequency as reinforcement for avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 247–257.
- Sidman, M. (1966). Avoidance behavior. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Sidman, M. (1990). Equivalence relations: Where do they come from? In D. E. Blackman & H. Lejeune (Eds.), *Behavioral analysis in theory and practice: Contributions and controversies* (pp. 93–114). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston: Authors Cooperative.
- Sidman, M. (2000). Equivalence relations and the reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 127–146.
- Siegel, S. (1984). Pavlovian conditioning and heroin overdose: Reports by overdose victims. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 428–430.
- Siegel, S. (1999). Drug anticipation and drug addiction. The 1998 H. David Archibald lecture. *Addiction*, 94, 1113–1124.
- Siegel, S. (2005). Drug tolerance, drug addiction, and drug anticipation. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 296–300.
- Siegel, S. (2008). Learning and the wisdom of the body. *Learning & Behavior*, 36, 242–252.
- Siegel, S., & Allen, L. G. (1996). The widespread influence of the Rescorla-Wagner model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 314–321.
- Siegel, S., & Allan, L. G. (1998). Learning and homeostasis: Drug addiction and the McCollough effect. *Psychological Bulletin*, 124, 230–239.
- Siegel, S., & Domjan, M. (1971). Backward conditioning as an inhibitory procedure. *Learning and Motivation*, 2, 1–11.
- Siegel, S., & Ramos, B. M. C. (2002). Applying laboratory research: Drug anticipation and the treatment of drug addiction. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 10, 162–183.
- Siegel, S., Baptista, M. A. S., Kim, J. A., McDonald, R. V., & Weise-Kelly, L. (2000). Pavlovian psychopharmacology: The associative basis of tolerance. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 8, 276–293.
- Siegel, S., Hinson, R. E., Krank, M. D., & McCully, J. (1982). Heroin “overdose” death: Contribution of drug associated environmental cues. *Science*, 216, 436–437.
- Sigurdsson, T., Doyere, V., Cain, C. K., & LeDoux, J. E. (2007). Long-term potentiation in the amygdala: A cellular mechanism of fear learning and memory. *Neuropharmacology*, 125, 215–227.
- Sigmundi, R. A. (1997). Performance rules for problem-specific defense reactions. In M. E. Bouton and M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition* (pp. 305–319). Washington, DC: American Psychological Association.
- Sigmundi, R. A., & Bolles, R. C. (1983). CS modality, context conditioning, and conditioned freezing. *Animal Learning & Behavior*, 11, 205–212.
- Sigurdsson, T., Doyere, V., Cain, C. K., & LeDoux, J. E. (2007). Long-term potentiation in the amygdala: A cellular mechanism of fear learning and memory. *Neuropharmacology*, 52, 215–227.
- Silberberg, A., Warren-Boulton, F. R., & Asano, T. (1987). Inferior-good and Giffen-good effects in monkey choice behavior. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 292–301.
- Silva, A. J., & Giese, K. P. (1998). Gene targeting: A novel window into the biology of learning and memory. In J. L. Martinez & R. P. Kesner (Eds.), *Neurobiology of learning and memory* (pp. 89–142). San Diego: Academic Press.
- Silva, K. M., & Timberlake, W. (1997). A behavior systems view of conditioned states during long and short CS-US intervals. *Learning and Motivation*, 28, 465–490.
- Silva, K. M., & Timberlake, W. (1998). The organization and temporal properties of appetitive behavior in rats. *Animal Learning & Behavior*, 26, 182–195.
- Simons, R. C. (1996). *Boo! Culture, experience, and the startle reflex*. New York: Oxford University Press.
- Singh, N. N., & Solman, R. T. (1990). A stimulus control analysis of the picture-word problem in children who are mentally retarded: The

- blocking effect. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 23, 525–532.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1948). "Superstition" in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 168–172.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Macmillan.
- Slamecka, N. J., & Ceraso, J. (1960). Retroactive and proactive inhibition of verbal learning. *Psychological Bulletin*, 57, 449–475.
- Small, W. S. (1899). An experimental study of the mental processes of the rat: 1. *American Journal of Psychology*, 11, 133–164.
- Small, W. S. (1900). An experimental study of the mental processes of the rat: 11. *American Journal of Psychology*, 12, 206–239.
- Smeets, P. M., & Barnes-Holmes, D. (2005). Establishing equivalence classes in preschool children with one-to-many and many-to-one training protocols. *Behavioural Processes*, 69, 281–293.
- Smith, C. N., Clark, R. E., Manns, J. R., & Squire, L. R. (2005). Acquisition of differential delay eyeblink classical conditioning is independent of awareness. *Behavioral Neuroscience*, 119, 78–86.
- Smith, J. C., & Roll, D. L. (1967). Trace conditioning with X-rays as an aversive stimulus. *Psychonomic Science*, 9, 11–12.
- Smith, M. C., Coleman, S. R., & Gormezano, I. (1969). Classical conditioning of the rabbit's nictitating membrane response at backward, simultaneous, and forward CS-US intervals. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 69, 226–231.
- Smith, M. T., Perlis, M. L., Park, A., Smith, M. S., Pennington, J., Giles, D. E., & Buysse, D. J. (2002). Comparative meta-analysis of pharmacotherapy and behavior therapy for persistent insomnia. *American Journal of Psychiatry*, 159, 5–11.
- Snodgrass, S. H., & McMillan, D. E. (1996). Drug discrimination under a concurrent schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 495–512.
- Solomon, R. L. (1964). Punishment. *American Psychologist*, 19, 239–253.
- Solomon, R. L., & Corbit, J. D. (1973). An opponent-process theory of motivation: II. Cigarette addiction. *Journal of Abnormal Psychology*, 81, 158–171.
- Solomon, R. L., & Corbit, J. D. (1974). An opponent-process theory of motivation: I. The temporal dynamics of affect. *Psychological Review*, 81, 119–145.
- Solomon, R. L., & Wynne, L. C. (1953). Traumatic avoidance learning: Acquisition in normal dogs. *Psychological Monographs*, 125 (Whole No. 354).
- Solomon, R. L., Kamin, L. J., & Wynne, L. C. (1953). Traumatic avoidance learning: The outcomes of several extinction procedures with dogs. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 48, 291–302.
- Spear, N. E., & Riccio, D. C. (1994). *Memory: Phenomena and principles*. Boston: Allyn and Bacon.
- Spence, K. W. (1936). The nature of discrimination learning in animals. *Psychological Review*, 43, 427–449.
- Spence, K. W. (1937). The differential response in animals to stimuli varying within a single dimension. *Psychological Review*, 44, 430–444.
- Spence, K. W. (1956). *Behavior theory and conditioning*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Spetch, M. L. (1987). Systematic errors in pigeons' memory for event duration: Interaction between training and test delays. *Animal Learning & Behavior*, 15, 1–5.
- Spetch, M. L., & Kelly, D. M. (2006). Comparative spatial cognition: Processes in landmark- and surface-based place finding. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.) *Comparative cognition* (pp. 210–228). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Spetch, M. L., Cheng, K., & Clifford, C. W. G. (2004). Peak shift but not range effects in recognition of faces. *Learning and Motivation*, 35, 221–241.
- Spetch, M. L., Wilkie, D. M., & Pinel, J. P. J. (1981). Backward conditioning: A reevaluation of the empirical evidence. *Psychological Bulletin*, 89, 163–175.
- Spetch, M. L., Wilkie, D. M., & Skelton, R. W. (1981). Control of pigeons' keypecking topography by a schedule of alternating food and water reward. *Animal Learning & Behavior*, 9, 223–229.
- Spradlin, J. E. (2002). Punishment: A primary process? *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35, 457–477.
- Squire, L. R. (2006). Lost forever or temporarily misplaced? The long debate about the nature of memory impairment. *Learning and Memory*, 13, 522–529.
- Staddon, J. (2001). *The new behaviorism: Mind, Mechanism, and Society*. Philadelphia: Taylor Francis, Psychology Press.
- Staddon, J. E. R. (1983/2003). *Adaptive behavior and learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Staddon, J. E. R. (1988). Quasidynamic choice models: Melioration and ratio invariance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 303–320.
- Staddon, J. E. R. (2001). *Adaptive dynamics*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Staddon, J. E. R., & Cerutti, D. T. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psychology*, 54, 115–144.
- Staddon, J. E. R., & Higa, J. (1996). Multiple time scales in simple habituation. *Psychological Review*, 103, 720–733.
- Staddon, J. E. R., & Simmelhag, V. L. (1971). The "superstition" experiment: A reexamination of its implications for the principles of adaptive behavior. *Psychological Review*, 78, 3–43.
- Stafford, D., & Branch, M. N. (1998). Effects of step size and break point criterion on progressive-ratio performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 123–138.
- Stanhope, K. J. (1992). The representation of the reinforcer and the force of the pigeon's keypeck in first- and second-order conditioning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44B, 137–158.
- Stasiak, M., & Masterton, R. B. (1996). Auditory quality cues are more effective than auditory location cues in a R-no R (go-no go) differentiation: The extension of the rule to primitive mammals (American opossum *Didelphis virginiana*). *Acta Neurobiologica Experimentalis*, 56, 949–953.
- Steinert, P., Fallon, D., & Wallace, J. (1976). Matching to sample in goldfish (*Carassius auratus*). *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8, 265.

- Steinmetz, J. E., Gluck, M. A., & Solomon, P. R. (2001). Model Systems and the Neurobiology of Associative Learning: A Festschrift in Honor of Richard F. Thompson. Erlbaum: Hillsdale, NJ.
- Steinmetz, J. E., Tracy, J. A., & Green, J. T. (2001). Classical eyeblink conditioning: Clinical models and applications. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 36, 220–238.
- Stephenson, D., & Siddle, D. (1983). Theories of habituation. In D. Siddle (Ed.), *Orienting and habituation: Perspectives in human research*. Chichester, England: Wiley.
- Stevens, S. S. (1951). Mathematics, measurement and psychophysics. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology* (pp. 1–49). New York: Wiley.
- Stewart, J., & Eikelboom, R. (1987). Conditioned food effects. In L. L. Iversen, S. D. Iversen, & S. H. Snyder (Eds.), *Handbook of psychopharmacology* (Vol. 19, pp. 1–57). New York: Plenum.
- Stewart, J., & Wise, R. A. (1992). Reinstatement of heroin self-administration habits: Morphine prompts and naltrexone discourages renewed responding after extinction. *Psychopharmacology*, 108, 79–84.
- Stokes, P. D. (2006). *Creativity from constraints*. New York: Springer.
- Stokes, P. D., Mechner, F., & Balsam, P. D. (1999). Effects of different acquisition procedures on response variability. *Animal Learning & Behavior*, 27, 28–41.
- Stokes, T. F., & Baer, D. M. (1977). An implicit technology of generalization. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 10, 349–367.
- Stone, A. A., Turkkan, J. S., Bachrach, C. A., Jobe, J. B., Kurtzman, H. S., Cain, V. S. (Eds.). (2000). *The science of self-report*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stout, S., Escobar, M., & Miller, R. R. (2004). Trial number and compound stimuli temporal relationships as joint determinants of second-order conditioning and conditioned inhibition. *Learning & Behavior*, 32, 230–239.
- Stout, S. C., & Miller, R. R. (2007). Sometimes-competing retrieval (SOCR): A formalization of the comparator hypothesis. *Psychological Review*, 114, 759–783. Correction published in 2008, *Psychological Review*, 115, 82.
- Straub, R. O., & Terrace, H. S. (1981). Generalization of serial learning in the pigeon. *Animal Learning & Behavior*, 9, 454–468.
- Strijkstra, A. M., & Bolhuis, J. J. (1987). Memory persistence of rats in a radial maze vanes with training procedure. *Behavioral and Neural Biology*, 47, 158–166.
- Suarez, S. D., & Gallup, G. G. (1981). An ethological analysis of open-field behavior in rats and mice. *Learning and Motivation*, 12, 342–363.
- Sumpter, C. E., Temple, W., & Foster, T. M. (1998). Response form, force, and number: Effects on concurrent-schedule performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70, 45–68.
- Sumpter, C. E., Temple, W., & Foster, T. M. (2004). Comparing demand functions when different price manipulations are used: Does unit price help? *Learning & Behavior*, 32, 202–212.
- Sundberg, M. L. (1996). Toward granting linguistic competence to apes: A review of Savage-Rumbaugh et al.'s *Language comprehension in ape and child*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 477–492.
- Sunsay, C., & Bouton, M. E. (2008). Analysis of the trial-spacing effect with relatively long intertrial intervals. *Learning & Behavior*, 36, 104–115.
- Susswein, A. J., & Schwarz, M. (1983). A learned change of response to inedible food in *Aplysia*. *Behavioral and Neural Biology*, 39, 1–6.
- Sutherland, A. (2008). *What Shamu taught me about life, love, and marriage*. New York: Random House.
- Sutphin, G., Byrne, T., & Poling, A. (1998). Response acquisition with delayed reinforcement: A comparison of two-lever procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69, 17–28.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). *Reinforcement learning: An Introduction*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Suzuki, S., Augerinos, G., & Black, A. H. (1980). Stimulus control of spatial behavior on the eight-arm maze in rats. *Learning and Motivation*, 11, 1–18.
- Svartdal, F. (2000). Persistence during extinction: Conventional and reversed PREE under multiple schedules. *Learning and Motivation*, 31, 21–40.
- Swartzentruber, D. (1993). Transfer of contextual control across similarly trained conditioned stimuli. *Animal Learning & Behavior*, 21, 14–22.
- Swartzentruber, D. (1995). Modulatory mechanisms in Pavlovian conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 123–143.
- Swartzentruber, D. (1997). Modulation by the stimulus properties of excitation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 434–440.
- Tagliabata, J. P., Savage-Rumbaugh, S., & Baker, L. A. (2003). Vocal production by a language-competent *Pan paniscus*. *International Journal of Primatology*, 24, 1–15.
- Tait, R. W., & Saladin, M. E. (1986). Concurrent development of excitatory and inhibitory associations during backward conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 14, 133–137.
- Takeuchi, S. A. (2006). On the matching phenomenon in courtship: A probability matching theory of mate selection. *Marriage & Family Review*, 40, 25–51.
- Tang, Y.-P., Shimizu, E., Dube, G. R., Rampon, C., Kerchner, G. A., Zhuo, M., Liu, G., & Tsien, J. Z. (1999). Genetic enhancement of learning and memory in mice. *Nature*, 401, 63–69.
- Tindell, A. J., Smith, K. S., Pecina, S., Berridge, K. C., & Aldridge, J. W. (2006). Ventral pallidum firing codes hedonic reward: when a bad taste turns good. *Journal of Neurophysiology*, 96, 2399–2409.
- Tsien, Joe Z. Building a brainier mouse. *Scientific American*, 282, 62–69.
- Tanno, T., & Sakagami, T. (2008). On the primacy of molecular processes in determining response rates under variable-ratio and variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 89, 5–14.
- Taylor, K. M., Joseph, V. T., Balsam, P. D., & Bitterman, M. E. (2008). Target-absent controls in blocking experiments with rats. *Learning & Behavior*, 36, 145–148.
- Taylor, S. E., Klein, L. C., Lewis, B. P., Gruenewald, T. L., Gurung, R. A. R., & Updegraff, J. A. (2000). Biobehavioral responses to stress in

- females: Tend-and-befriend, not fight-or-flight. *Psychological Review*, 107, 411–429.
- Terrace, H. (2006). The simultaneous chain: A new look at serially organized behavior. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 481–511). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Terrace, H. S. (1979). *Nim*. New York: Knopf.
- Terrace, H. S., Petitto, L. A., Sanders, R. J., & Bever, T. G. (1979). Can an ape create a sentence? *Science*, 206, 891–1201.
- Terrace, H. S., Son, L. K., & Brannon, E. M. (2003). Serial expertise of rhesus macaques. *Psychological Science*, 14, 66–73.
- Theios, J. (1962). The partial reinforcement effect sustained through blocks of continuous reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 1–6.
- Theios, J., & Brelsford, J. (1964). Overlearning-extinction effect as an incentive phenomena. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 463–467.
- Thomas, B. L., & Ayres, J. J. B. (2004). Use of the ABA fear renewal paradigm to assess the effects of extinction with co-present fear inhibitors or excitors: Implications for theories of extinction and for treating human fears and phobias. *Learning and Motivation*, 35, 22–52.
- Thomas, B. L., & Papini, M. R. (2001). Adrenalectomy eliminates the extinction spike inn autoshaping with rats. *Physiology & Behavior*, 72, 543–547.
- Thomas, D. R. (1993). A model for adaptation-level effects on stimulus generalization. *Psychological Review*, 100, 658–673.
- Thomas, D. R., & Emedocles, S. (1992). Novelty vs. retrieval cue value in the study of long-term memory in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 22–23.
- Thomas, D. R., McKelvie, A. R., & Mah, W. L. (1985). Context as a conditional cue in operant discrimination reversal learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 317–330.
- Thomas, G. V., & Lieberman, D. A. (1990). Commentary: Determinants of success and failure in experiments on marking. *Learning and Motivation*, 21, 110–124.
- Thomas, J. R. (1968). Fixed ratio punishment by timeout of concurrent variable-interval behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 609–616.
- Thompson, R. F. (1986). The neurobiology of learning and memory. *Science*, 233, 941–947.
- Thompson, R. F. (1993). The brain: A neuroscience primer. W. H. Freeman: New York.
- Thompson, R. F. (2005). In search of memory traces. *Annual Review of Psychology*, 56, 1–23.
- Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review*, 73, 16–43.
- Thompson, R. F., Groves, P. M., Teyler, T. J., & Roemer, R. A. (1973). A dual-process theory of habituation: Theory and behavior. In H. V. S. Peeke & M. J. Herz (Eds.), *Habituation*. New York: Academic Press.
- Thompson, R. H., Iwata, B. A., Connors, J., & Roscoe, E. M. (1999). Effects of reinforcement for alternative behavior during punishment of self-injury. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 32, 317–328.
- Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the association processes in animals. *Psychological Review Monograph*, 2 (Whole No. 8).
- Thorndike, E. L. (1911). *Animal intelligence: Experimental studies*. New York: Macmillan.
- Thorndike, E. L. (1932). *The fundamentals of learning*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Tierney, K. J. (1995). Molar regulatory theory and behavior therapy. In W. O'Donohue and L. Krasner (Eds.), *Theories of behavior therapy* (pp. 97–128). Washington, DC: American Psychological Association.
- Tierney, K. J., & Bracken, M. (1998). Stimulus equivalence and behavior therapy. In W. O'Donohue (Ed.), *Learning and behavior therapy* (pp. 392–402). Boston: Allyn and Bacon.
- Timberlake, W. (1980). A molar equilibrium theory of learned performance. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 14). New York: Academic Press.
- Timberlake, W. (1983). Rats' responses to a moving object related to food or water: A behavior-systems analysis. *Animal Learning & Behavior*, 11, 309–320.
- Timberlake, W. (1984). Behavior regulation and learned performance: Some misapprehensions and disagreements. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 355–375.
- Timberlake, W. (1990). Natural learning in laboratory paradigms. In D. A. Dewsbury (Ed.), *Contemporary issues in comparative psychology* (pp. 31–54). Sunderland, MA: Sinauer.
- Timberlake, W. (1994). Behavior systems, associations, and Pavlovian conditioning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 405–420.
- Timberlake, W. (1995). Reconceptualizing reinforcement: A causal-system approach to reinforcement and behavior change. In W. O'Donohue and L. Krasner (Eds.), *Theories of behavior therapy* (pp. 59–96). Washington, DC: American Psychological Association.
- Timberlake, W. (2001). Motivational modes in behavior systems. In R. R. Mowrer and S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 155–209). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Timberlake, W., & Allison, J. (1974). Response deprivation: An empirical approach to instrumental performance. *Psychological Review*, 81, 146–164.
- Timberlake, W., & Farmer-Dougan, V. A. (1991). Reinforcement in applied settings: Figuring out ahead of time what will work. *Psychological Bulletin*, 110, 379–391.
- Timberlake, W., & Grant, D. S. (1975). Auto-shaping in rats to the presentation of another rat predicting food. *Science*, 190, 690–692.
- Timberlake, W., & Lucas, G. A. (1985). The basis of superstitious behavior: Chance contingency, stimulus substitution, or appetitive behavior? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44, 279–299.
- Timberlake, W., & Lucas, G. A. (1989). Behavior systems and learning: From misbehavior to general principles. In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.),

- Contemporary learning theories: Instrumental conditioning and the impact of biological constraints on learning* (pp. 237–275). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Timberlake, W., & Lucas, G. A. (1991). Period water, interwater interval, and adjunctive behavior in a 24-hour multiresponse environment. *Animal Learning & Behavior*, 19, 369–380.
- Timberlake, W., & White, W. (1990). Winning isn't everything: Rats need only food deprivation and not food reward to efficiently traverse a radial arm maze. *Learning and Motivation*, 21, 153–163.
- Timberlake, W., Leffel, J., & Hoffman, C. M. (1999). Stimulus control and function of arm and wall travel by rats on a radial arm floor maze. *Animal Learning & Behavior*, 27, 445–460.
- Timberlake, W., Sinning, S. A., & Leffel, J. K. (2007). Beacon training in a water maze can facilitate and compete with subsequent room cue learning in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 225–243.
- Timberlake, W., Wahl, G., & King, D. (1982). Stimulus and response contingencies in the misbehavior of rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 62–85.
- Tinbergen, N. (1951). *The study of instinct*. Oxford: Oxford University Press, Clarendon Press.
- Tinbergen, N., & Perdeck, A. C. (1950). On the stimulus situation releasing the begging response in the newly hatched herring gull chick (*Larus argentatus argentatus* Pont). *Behaviour*, 3, 1–39.
- Todes, D. P. (1997). From the machine to the ghost within: Pavlov's transition from digestive physiology to conditioned reflexes. *American Psychologist*, 52, 947–955.
- Tomie, A., Brooks, W., & Zito, B. (1989). Sign-tracking: The search for reward. In S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Pavlovian conditioning and the status of learning theory* (pp. 191–223). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Tomie, A., Carelli, R., & Wagner, G. C. (1993). Negative correlation between tone (S-) and water increases target biting during S- in rats. *Animal Learning & Behavior*, 21, 355–359.
- Treichler, F. R., Rhaganti, M. A., & Van Tilburg, D. N. (2003). Linking of serially ordered lists by macaque monkeys (*Macaca mulatta*): List position influences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 211–221.
- Treichler, F. R., Rhaganti, M. A., & Van Tilburg, D. N. (2007). Serial list linking by macaque monkeys (*Macaca mulatta*): List property limitations. *Journal of Comparative Psychology*, 121, 250–259.
- Trenholme, I. A., & Baron, A. (1975). Immediate and delayed punishment of human behavior by loss of reinforcement. *Learning and Motivation*, 6, 62–79.
- Troscclair- Lasserre, N. M., Lerman, D. C., Call, N. A., Addison, L. R., & Kodak, T. (2008). Reinforcement magnitude: An evaluation of preference and reinforcer efficacy. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 41, 203–220.
- Tulving, E. (1983). *Elements of Episodic Memory*. New York: Clarendon Press.
- Turkkan, J. S. (1989). Classical conditioning: The new hegemony. *The Behavioral and Brain Sciences*, 12, 121–179.
- Twitmyer, E. B. (1974). A study of the knee jerk. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1047–1066.
- Tzschentke, T. M. (2007). Measuring reward with the conditioned place preference (CPP) paradigm: Update of the last decade. *Addictive Biology*, 12, 227–262.
- Underwood, B. J. (1957). Interference and forgetting. *Psychological Review*, 64, 49–60.
- Ungless, M. A. (1998). A Pavlovian analysis of food-attraction conditioning in the snail *Helix aspersa*. *Animal Learning & Behavior*, 26, 15–19.
- Üngör, M., & Lachnit, H. (2006). Contextual control in discrimination reversal learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 441–453.
- Urcelay, G. P., & Miller, R. R. (2006). A comparator view of Pavlovian and differential inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 271–283.
- Urcelay, G. P., & Miller, R. R. (2008a). Counteraction between two kinds of conditioned inhibition training. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 103–107.
- Urcelay, G. P., & Miller, R. R. (2008b). Retrieval from memory. In R. Menzel (Ed.), *Learning theory and behavior*. Vol 1 of J. Byrne (Ed.), *Learning and Memory: A comprehensive reference* (pp. 53–74). Oxford: Elsevier.
- Urcuioli, P. J. (2005). Behavioral and associative effects of differential outcomes in discrimination learning. *Learning & Behavior*, 33, 1–21.
- Urcuioli, P. J. (2006). Responses and acquired equivalence classes. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 405–421). New York: Oxford University Press.
- Urcuioli, P. J. (2008). The nature of the response in Simon discriminations by pigeons. *Learning & Behavior*, 36, 200–209.
- Urcuioli, P. J., & Kaspro, W. J. (1988). Long-delay learning in the T-maze: Effects of marking and delay-interval location. *Learning and Motivation*, 19, 66–86.
- van der Kolk, B. A. (2006). Clinical implications of neuroscience research in PTSD. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1071, 277–293.
- Vansteenwegen, D., Dirikx, T., Hermans, D., Vervliet, B., & Eelen, P. (2006). Renewal and reinstatement of fear: Evidence from human conditioning research. In M. G. Craske, D. Hermans, and D. Vansteenwegen (Eds.), *Fear and learning* (pp. 197–215). Washington, DC: American Psychological Association.
- Vansteenwegen, D., Vervliet, B., Iberico, C., Baeyens, F., Van den Bergh, O., & Hermans, D. (2007). The repeated confrontation with videotapes of spiders in multiple contexts attenuates renewal of fear in spider-anxious students. *Behaviour Research and Therapy*, 45, 1169–1179.
- Vaughan, W., Jr. (1981). Melioration, matching, and maximizing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 141–149.
- Vaughan, W., Jr. (1985). Choice: A local analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 383–405.
- Vaughan, W., Jr., & Greene, S. L. (1984). Pigeon visual memory capacity. *Journal of Experimental*

- Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 256–271.
- Vickens, R. J., & McFall, R. M. (1994). Paradox lost: Implications of contemporary reinforcement theory for behavior therapy. *Current Directions in Psychological Science*, 4, 121–125.
- Visalberghi, E., & Frigaszy, D. (2006). What is challenging about tool use? The capuchin's perspective. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 529–552). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Vogel, E. H., Castro, M. E., & Saavedra, M. A. (2004). Quantitative models of Pavlovian conditioning. *Brain Research Bulletin*, 63, 173–202.
- Vollmer, T. R., & Bourret, J. (2000). An application of the matching law to evaluate the allocation of two- and three-point shots by college basketball players. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 137–150.
- Vorhees, C. V., & Williams, M. T. (2006). Morris water maze: Procedures for assessing spatial and related forms of learning and memory. *Nature Protocols*, 1, 848–858.
- Vorndran, C. M., & Lerman, D. C. (2006). Establishing and maintaining treatment effects with less intrusive consequences via a pairing procedure. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 39, 35–48.
- Vuchinich, R. E., & Tucker, J. A. (2006). Behavioral economic concepts in the analysis of substance abuse. In F. Rotgers, J. Morgenstern, & S. T. Walters (Eds.), *Treating substance abuse: Theory and technique* (pp. 217–247). New York: Guilford Press.
- Waddell, J., Morris, R. W., & Bouton, M. E. (2006). Effects of bed nucleus of the stria terminalis lesions conditioned anxiety: Conditioning with long-duration conditional stimuli and reinstatement of extinguished fear. *Behavioral Neuroscience*, 120, 324–336.
- Wade-Galuska, T., Perone, M., & Wirth, O. (2005). Effects of past and upcoming response-force requirements on fixed-ratio pausing. *Behavioural Processes*, 68, 91–95.
- Wagner, A. R. (1961). Effects of amount and percentage of reinforcement and number of acquisition trials on conditioning and extinction. *Journal of Experimental Psychology*, 62, 234–242.
- Wagner, A. R. (1976). Priming in STM: An information processing mechanism for self-generated or retrieval generated depression in performance. In T. J. Tighe & R. N. Leaton (Eds.), *Habituation: Perspectives from child development, animal behavior, and neurophysiology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanisms* (pp. 5–47). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wagner, A. R. (2003). Context-sensitive elemental theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 7–29.
- Wagner, A. R. (2008a). Evolution of an elemental theory of Pavlovian conditioning. *Learning & Behavior*, 36, 253–265.
- Wagner, A. R. (2008b). Some observations and remembrances of Kenneth W. Spence. *Learning & Behavior*, 36, 169–173.
- Wagner, A. R., & Rescorla, R. A. (1972). Inhibition in Pavlovian conditioning: Application of a theory. In R. A. Boakes & M. S. Halliday (Eds.), *Inhibition and learning*. London: Academic Press.
- Wagner, A. R., & Vogel, E. H. (2008). Configural and elemental processing in associative learning: Commentary on Melchers, Shanks, and Lachnit. *Behavioural Processes*, 77, 446–450.
- Wagner, A. R., Rudy, J. W., & Whitlow, J. W. (1973). Rehearsal in animal conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 97, 407–426.
- Wagner, K., & Neuringer, A. (2006). Operant variability when reinforcement is delayed. *Learning & Behavior*, 34, 111–123.
- Walters, E. T. (1994). Injury related behavior and neuronal plasticity: An evolutionary perspective on sensitization, hyperalgesia, and analgesia. *International Review of Neurobiology*, 36, 325–427.
- Walters, G. C., & Grusec, J. F. (1977). *Punishment*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Ward-Robinson, J., & Hall, G. (1996). Backward sensory preconditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 395–404.
- Ward-Robinson, J., & Hall, G. (1998). Backward sensory preconditioning when reinforcement is delayed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51, 349–362.
- Wasserman, E. A. (1993). Comparative cognition: Beginning the second century of the study of animal intelligence. *Psychological Bulletin*, 113, 211–228.
- Wasserman, E. A., & Miller, R. R. (1997). What's elementary about associative learning? *Annual Review of Psychology*, 48, 573–607.
- Wasserman, E. A., & Zentall, T. R. (Eds.) (2006a). *Comparative cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Wasserman, E. A., & Zentall, T. R. (2006b). Comparative cognition: A natural science approach to the study of animal intelligence. In E. A. Wasserman and T. R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition* (pp. 3–11). Oxford, England: Oxford University Press.
- Wasserman, E. A., DeLong, R. E., & Larew, M. B. (1984). Temporal order and duration: Their discrimination and retention by pigeons. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423, 103–115.
- Watanabe, S., Sakamoto, J., & Wakita, M. (1995). Pigeons' discrimination of paintings by Monet and Picasso. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 165–174.
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 1–14. Reprinted in 2000 *American Psychologist*, 55, 313–317.
- Wegner, D. M. (2002). *The illusion of conscious will*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Weidemann, G., & Kehoe, E. J. (2003). Savings in classical conditioning in the rabbit as a function of extended extinction. *Learning & Behavior*, 31, 49–68.
- Weinberger, N. (1965). Effect of detainment on extinction of avoidance responses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 60, 135–138.
- Weir, A. A. S., & Kacelnik, A. (2006). A New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*) creatively re-designs tools by bending or unbending aluminium strips. *Animal Cognition*, 9, 317–334.

- Weisman, R. G., & Litner, J. S. (1972). The role of Pavlovian events in avoidance training. In R. A. Boakes & M. S. Halliday (Eds.), *Inhibition and learning*. London: Academic Press.
- Weiss, S. J., Kearns, D. N., Cohn, S. I., Schindler, C. W., & Panlilio, L. V. (2003). Stimulus control of cocaine self-administration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79, 111–135.
- Weiss, S. J., Panlilio, L. V., & Schindler, C. W. (1993a). Selective associations produced solely with appetitive contingencies: The stimulus-reinforcer interaction revisited. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 309–322.
- Weiss, S. J., Panlilio, L. V., & Schindler, C. W. (1993b). Single-incentive selective associations produced solely as a function of compound-stimulus conditioning context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 284–294.
- Wernig, A., Muller, S., Nanassy, A., & Cagol, E. (1995). Laufband therapy based on “rules of spinal locomotion” is effective in spinal cord injured persons. *European Journal of Neuroscience*, 7, 823–829.
- Wheeler, D. S., Sherwood, A., & Holland, P. C. (2008). Excitatory and inhibitory learning with absent stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 247–255.
- White, K. G. (2001). Forgetting functions. *Animal Learning & Behavior*, 29, 193–207.
- White, K. G., Parkinson, A. E., Brown, G. S., & Wixted, J. T. (2004). Local proactive interference in delayed matching to sample: The role of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 83–95.
- Wiers, R. W., & Stacy, A. W. (2006). Implicit cognition and addiction. *Current directions in psychological science*, 15, 292–296.
- Wilkie, D. M., & Summers, R. J. (1982). Pigeons’ spatial memory: Factors affecting delayed matching of key location. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 45–56.
- Wilkinson, A., Chan, H.-M., & Hall, G. (2007). Spatial learning and memory in the tortoise (*Geochelone carbonaria*). *Journal of Comparative Psychology*, 121, 412–418.
- William, B. A. (1991). Choice as a function of local versus molar contingencies of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56, 455–473.
- William, B. A. (1994). Reinforcement and choice. In N. J. Mackintosh (Ed.), *Animal learning and cognition* (pp. 81–108). San Diego: Academic Press.
- Williams, A. M., & Lattal, K. A. (1999). The role of the response-reinforcer relation in delay-of-reinforcement effects. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 187–194.
- Williams, B. A. (1991). Marking and bridging versus conditioned reinforcement. *Animal Learning & Behavior*, 19, 264–269.
- Williams, B. A. (1992). Inverse relations between preference and contrast. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 303–312.
- Williams, B. A. (1997). Conditioned reinforcement dynamics in three-link chained schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 67, 145–159.
- Williams, B. A. (2001). The critical dimensions of the response-reinforcer contingency. *Behavioural Processes*, 54, 111–126.
- Williams, B. A. (1999). Blocking the response-reinforcer association: theoretical implications. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6, 618–623.
- Williams, D. A., & Hurlburt, J. L. (2000). Mechanisms of second-order conditioning with a backward conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 340–351.
- Williams, D. A., & Overmier, J. B. (1988). Some types of conditioned inhibitors carry collateral excitatory associations. *Learning and Motivation*, 19, 345–368.
- Williams, D. A., Johns, K. W., & Brindas, M. (2008). Timing during inhibitory conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 237–246.
- Williams, D. A., Lawson, C., Cook, R., & Johns, K. W. (2008). Timed excitatory conditioning under zero and negative contingencies. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 94–105.
- Williams, D. A., Overmier, J. B., & LoLordo, V. M. (1992). A reevaluation of Rescorla’s early dictums about Pavlovian conditioned inhibition. *Psychological Bulletin*, 111, 275–290.
- Williams, D. C., Saunders, K. J., & Perone, M. (2008). Extended pausing in human subjects on multiple fixed-ratio schedules with varied reinforcer magnitude and response requirements. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*.
- Willis, W. D. (2001). Mechanisms of central sensitization of nociceptive dorsal horn neurons. In M. M. Patterson and J. W. Grau (Eds.), *Spinal cord plasticity: Alterations in reflex function* (pp. 127–161). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Winter, J., & Perkins, C. C. (1982). Immediate reinforcement in delayed reward learning in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 169–179.
- Winterbauer, N. E., & Balleine, B. W. (2005). Motivational control of second-order conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 334–340.
- Witcher, E. S., & Ayres, J. J. B. (1984). A test of two methods for extinguishing Pavlovian conditioned inhibition. *Animal Learning & Behavior*, 12, 149–156.
- Wolpe, J. (1990). *The practice of behavior therapy*. (4th ed.). New York: Pergamon.
- Wood, W., & Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review*, 114, 843–863.
- Woodruff-Pak, D. S. (2001). Eyeblick classical conditioning differentiates normal aging from Alzheimer’s disease. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 36, 87–108.
- Woodruff-Pak, D. S., Seta, S., Roker, L. A., & Lehr, M. A. (2007). Effects of age and inter-stimulus interval in delay and trace eyblink classical conditioning in rabbits. *Learning & Memory*, 14, 287–294.
- Woodson, J. C. (2002). Including “learned sexuality” in the organization of sexual behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26, 69–80.
- Wright, A. A. (1990). Markov choice processes in simultaneous matching-to-sample at different levels of

- discriminability. *Animal Learning & Behavior*, 18, 277–286.
- Wright, A. A. (1992). Learning mechanisms in matching to sample. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 67–79.
- Wright, A. A., & Delius, J. D. (1994). Scratch and match: Pigeons learn matching and oddity with gravel stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 108–112.
- Wright, A. A., & Katz, J. S. (2007). Generalization hypothesis of abstract-concept learning: Learning strategies and related issues in *Macaca mulatta*, *Cebus apella*, and *Columbia livia*. *Journal of Comparative Psychology*, 121, 387–397.
- Wright, A. A., & Sands, S. F. (1981). A model of detection and decision processes during matching to sample by pigeons: Performance with 88 different wavelengths in delayed and simultaneous matching tasks. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 191–216.
- Wright, A. A., Shyan, M. R., & Jitsumori, M. (1990). Auditory same/different concept learning by monkeys. *Animal Learning & Behavior*, 18, 287–294.
- Yeomans, M. R., Durlach, P. J., & Tinley, E. M. (2005). Flavour liking and preference conditioned by caffeine in humans. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58B, 47–58.
- Yerkes, R. M., & Morgulis, S. (1909). The method of Pavlov in animal psychology. *Psychological Bulletin*, 6, 257–273.
- Yin, H., Barnet, R. C., & Miller, R. R. (1994). Second-order conditioning and Pavlovian conditioned inhibition: Operational similarities and differences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 419–428.
- Zamble, E., Hadad, G. M., Mitchell, J. B., & Cutmore, T. R. H. (1985). Pavlovian conditioning of sexual arousal: First- and second-order effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 598–610.
- Zarcone, T. J., & Ator, N. A. (2000). Drug discrimination: stimulus control during repeated testing in extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 283–294.
- Zeiler, M. D. (1984). The sleeping giant: Reinforcement schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42, 485–493.
- Zentall, T. R. (2001). The case for a cognitive approach to animal learning and behavior. *Behavioural Processes*, 54, 65–78.
- Zentall, T. R. (2005). Animals may not be stuck in time. *Learning and Motivation*, 36, 208–225.
- Zentall, T. R., & Smeets, P. M. (Eds.). (1996). *Stimulus class formation in humans and animals. Advances in Psychology* (Vol. 117). New York: North-Holland (Elsevier Science).
- Zentall, T. R., Edwards, C. A., Moore, B. S., & Hogan, D. E. (1981). Identity: The basis for both matching and oddity learning in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 70–86.
- Zentall, T. R., Jagielo, J. A., Jackson-Smith, P., & Urcuioli, P. J. (1987). Memory codes in pigeon short-term memory: Effects of varying the number of sample and comparison stimuli. *Learning and Motivation*, 18, 21–33.
- Zentall, T. R., Singer, R. A., & Miler, H. C. (2008). Matching-to-sample by pigeons: The dissociation of comparison choice frequency from the probability of reinforcement. *Behavioural Processes*, 78, 185–190.
- Zhou, Y., & Riccio, D. C. (1995). Concussion-induced retrograde amnesia in rats. *Physiology & Behavior*, 57, 1107–1115.
- Zhou, Y., & Riccio, D. C. (1996). Manipulation of components of context: The context shift effect and forgetting of stimulus attributes. *Learning and Motivation*, 27, 400–407.
- Zimmer-Hart, C. L., & Rescorla, R. A. (1974). Extinction of Pavlovian conditioned inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86, 837–845.
- Zoladek, L., & Roberts, W. A. (1978). The sensory basis of spatial memory in the rat. *Animal Learning & Behavior*, 6, 77–81.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

- Abel, T., 304
Abramson, L. Y., 177
Ackil, J. E., 119
Adam, M., 382
Addison, L. R., 164
Adkins-Regan, E., 98
Adornetto, M., 214
Agras, S., 357
Ahearn, W., 209
Akil, H., 79
Akins, C. K., 88, 98, 121, 290
Alarcon, R. D., 301
Albert, M., 45, 88
Alessandri, S. M., 304
Alexander, J. H., 177
Alexinsky, T., 408
Alkon, D. L., 25
Allan, L. G., 97, 115, 118, 127, 131
Allan, R. W., 114, 153
Alling, K., 27
Allison, J., 240, 241, 247, 252
Alloy, L. B., 177
Alptekin, S., 327
Alvarez, D., 229
Amsel, A., 323, 324, 376
Amundson, J. C., 89, 134
Amundson, D. J., 89
Anderson, E., 396
Anderson, J. E., 316
Anderson, J. R., 4
Anderson, M. C., 173
Andrzejewski, M. E.,
209, 274
Anger, D., 350
Anthony, R. J., 320
Aparicio, C. F., 207
Aparicio, J., 235, 292
Apfalter, W., 274, 278
Arcediano, F., 75, 125, 267
Aristotle, 8
Asano, T., 251
Astley, S. L., 442
Atak, J. R., 328
Ator, N. A., 17, 278
Augerinos, G., 392
Aust, U., 441-444
Axelrod, S., 357, 411
Aydin, A., 325
Ayres, J. J. B., 78, 88, 106, 119, 131,
311, 318-320
Azorlosa, J. L., 133
Azrin, N. H., 303, 356-358, 360, 362,
364-366, 369
Babb, S. J., 424
Babkin, B. P., 14
Bach, M. E., 409
Bachrach, C. A., 4
Badger, G. J., 165, 213, 214
Baer, D. M., 263, 264
Baerends, G. P., 36-38
Baeyens, F., 83, 311, 317
Baier, P. S., 195, 196
Bailey, C. H., 56, 409
Bailey, G. K., 310, 316
Baillargeon, R., 45
Baker, L. A., 448
Baker, T. B., 58-59, 63, 115, 278
Balaz, M. A., 133, 408
Balda, R. P., 421-423
Balleine, B. W., 111, 221, 233-235,
315, 316
Balsam, P. D., 89, 125, 133, 134, 152,
153, 277, 289, 302
Banko, K. M., 160
Banks, R. K., 358
Banks, W. P., 4
Baptista, M. A. S., 116, 118
Barad, M., 37, 72, 301, 316, 354, 355
Baramidze, G. T., 434
Bargh, J. A., 4, 377
Barlow, D. H., 16, 92, 98
Barnes, R. A., 134
Barnes-Holmes, D., 287
Barnet, R. C., 89, 91, 94-97, 111, 131, 134
Barnett, N. P., 249
Baron, A., 190, 357, 361
Barrera, F. J., 134
Barry, K., 327
Barry, R. J., 55
Barto, A. G., 17
Bashinski, H., 42, 43
Batsell, W. R., 132
Batson, J. D., 131, 132, 138
Battig, K., 392
Baudry, M., 396
Baum, M., 346
Baum, W. M., 195, 197, 202, 205-207
Bauman, R., 251
Bavieri, M., 81
Beatty, W. W., 392, 393
Bechtere, V. M., 335
Beck, B. B., 446
Beck, C. D. O., 40, 48
Beckett, H., 204
Bee, M. A., 55-56
Been, M., 389
Belin, D., 363

- Belke, T. W., 238
 Bell, Charles, 9
 Bell, M. C., 328
 Berg, M. E., 208
 Berman, J. S., 346
 Bernstein, I. L., 81
 Berridge, K. C., 59, 63, 112, 223, 230, 232
 Berthoz, A., 17
 Best, M. R., 81, 131, 138, 295
 Betts, S. L., 88, 131
 Bever, T. G., 431, 452
 Bevins, R. A., 78, 106, 116, 119
 Bhatt, R. S., 44, 45
 Bicard, D. F., 215
 Bickel, W. K., 213, 214, 246, 248, 251
 Biederman, I., 443
 Bierley, C. M., 383
 Bierley, R. A., 393
 Bilder, R. M., 382, 383
 Bingman, V. P., 278
 Birmingham, K. M., 327
 Bitterman, M. E., 25, 87, 125
 Bizo, L. A., 191, 284, 285, 432
 Bjork, R. A., 403
 Black, A. H., 343, 392
 Blackman, D. E., 228, 288
 Blackmore, T. L., 265
 Blaisdell, A. P., 88, 91, 93, 112, 136, 138, 405, 441
 Blakely, E., 191
 Blakemore, C., 19
 Blanchard, D. C., 353
 Blass, E. M., 98
 Blesbois, E., 98
 Bliss, T. V. P., 394
 Blokland, A., 389
 Bloomsith, M. A., 266
 Blough, D. S., 383
 Blouin, A. M., 316
 Bluff, L. A., 446
 Blumberg, M. S., 377
 Blumenthal, T. D., 115
 Boakes, R. A., 70, 91, 235
 Bodily, K. D., 388
 Bogart, A. R., 412, 416
 Boice, R., 26
 Bolhuis, J. J., 393
 Bolles, R. C., 72, 119, 233, 342, 352, 353, 360
 Bonardi, C., 267
 Bonem, E. J., 191
 Borovsky, D., 406, 407
 Borrero, J. C., 204
 Borson, S., 81
 Borszcz, G. S., 56
 Bourret, J., 204
 Bouton, M. E., 16, 72, 74, 84, 89, 98, 122, 124, 134, 272, 295, 301, 306, 308–312, 316–318, 320, 330, 408
 Bowe, C. A., 270
 Bowker, J. L., 316
 Braaten, R. F., 285
 Bracken, M., 288
 Bradfield, L., 125
 Bradley, M. M., 50
 Brady, K. T., 116
 Brakke, K. E., 450, 452, 453
 Branch, M. N., 16, 190
 Brandon, S. E., 88, 131, 295
 Brandon, T. H., 58–59, 63, 278
 Brannon, E. M., 436, 438, 439
 Breland, K., 161, 163
 Breland, M., 161, 163
 Brelsford, J., 323
 Brennan, B., 407
 Brewer, K. E., 339, 346
 Brewer, V. R., 327
 Briggs, J. F., 412–415
 Brimer, C. J., 343
 Brindas, M., 93
 Britton, G. B., 20, 98
 Brogden, W. J., 335–337
 Brooks, D. C., 316–318
 Brooks, D. L., 388
 Brooks, W., 79
 Brown, B. L., 89, 134, 430
 Brown, G. S., 387, 411
 Brown, J. S., 343, 367
 Brown, K. J., 83
 Brown, M. F., 392, 401
 Brown, P. L., 79
 Brown, Thomas, 8
 Brownell, K. D., 247
 Bryson, J. J., 17
 Budzynski, C. A., 278
 Buhusi, C. V., 427, 432, 433
 Bullock, C. E., 358
 Bulow, P. J., 202
 Burch, R. L., 28
 Burkhard, B., 369
 Burns, M., 80, 98, 134
 Bussey, T. J., 423
 Bussfeld, P., 175, 177
 Buxton, A., 252
 Buysse, D. J., 275
 Bygrave, D. J., 133
 Byrne, J. H., 19
 Byrne, T., 168
 Cable, C., 286, 440–442
 Cacheiro, H., 408
 Cadieu, J.-C., 25
 Cadieu, N., 25
 Cadieux, E. L., 98
 Caggiula, A. R., 40–42
 Cain, C. K., 301, 316, 340, 343, 353
 Cain, V. S., 4
 Caine, S. B., 59
 Call, N. A., 164
 Cameron, J., 160
 Camhi, J. M., 37
 Camp, D. S., 360, 361
 Campbell, B. A., 236, 356, 357, 408
 Campbell-Tie, P., 328
 Campese, V., 123
 Campolattaro, M. M., 91, 96, 273
 Cándido, A., 352
 Cannon, C. B., 51
 Cannon, D. S., 81, 295
 Cannon, W., 114
 Cantlon, J. F., 439
 Capaldi, E. D., 81
 Capaldi, E. J., 326, 327
 Cappell, H., 115
 Carelli, R., 304
 Carew, T. J., 25
 Carlson, C. L., 370
 Carr, D., 288
 Carrell, L. E., 81, 295
 Carroll, M. E., 16
 Carson, R., 95
 Carter, M. M., 95
 Casey, F. G., 239, 240
 Castro, M. E., 124
 Catania, A. C., 145
 Cattell, J., 147
 Catterson, D., 408
 Centeno, S., 98
 Ceraso, J., 411
 Cerutti, D. T., 193
 Cevik, M., 278
 Chadwick, C. Z., 152
 Chamizo, V. D., 397, 399
 Chan, H.-M., 391
 Chance, P., 145, 146
 Chang, R. C., 88, 91, 93
 Chaponis, D. M., 405
 Chappell, J., 446
 Chappell-Stephenson, R., 392, 397
 Charlop, M. H., 239, 240, 263
 Chartrand, T. L., 4
 Chase, A. R., 277
 Chassin, L., 58–59, 63, 278
 Chen, J.-S., 323, 324
 Cheng, K., 259, 284, 398, 399, 431, 433, 434
 Childress, A. R., 115, 116
 Cho, D. D., 247, 251
 Chomsky, N., 448
 Church, R. M., 87, 134, 356, 358, 360, 361, 365, 427–432
 Cicala, G. A., 133
 Clark, M. G., 338
 Clark, R. E., 3, 78
 Clayton, N. S., 421, 423–426
 Cleland, G. G., 80, 114, 123
 Clement, T. S., 400
 Clifford, C. W. G., 284
 Clouse, B. A., 393
 Cohn, S. I., 109, 274, 338
 Colbert, J., 193
 Colbert, M. M., 98
 Cole, J. C., 275
 Cole, M. R., 195, 197, 392, 397
 Cole, R. P., 89, 91, 94–97, 134
 Coleman, S. R., 87
 Collins, K. L., 75, 76
 Colombo, M., 383, 403–405, 407, 436–439

- Colwill, R. M., 25, 123, 233–235, 293, 294
 Conklin, C. A., 301
 Conn, P. M., 29
 Conners, J., 366
 Cook, R. G., 87, 89, 133, 388, 401, 441, 444
 Cool, V., 87
 Cooney, J. B., 304
 Cooper, G. F., 19
 Corbit, J. D., 58–62
 Correla, C. J., 249
 Courville, A. C., 126
 Cowie, R. J., 422
 Craig, W., 39
 Craik, K. H., 3
 Cramer, R. E., 25
 Cranney, J., 17, 56
 Cranston, S. S., 357
 Craske, M. G., 4, 72, 90, 96, 98, 301, 318, 355
 Crespi, L. P., 165
 Crews, D., 20, 99
 Crisolo, S. S., 204
 Critchfield, T. S., 168, 193, 204, 213, 370
 Croft, D. B., 278, 441
 Cronin, P. B., 170
 Crookes, A. E., 125
 Crosbie, J., 357, 359
 Crossman, E. K., 191
 Crystal, J. D., 424, 427, 431, 433, 434
 Culler, E., 335–337
 Cumming, W. W., 147
 Cunningham, C. E., 371
 Cunningham, C. L., 310, 367
 Cusato, B., 107, 115, 119, 123
 Cutmore, T. R. H., 98

 Dahlquist, C. M., 241
 Dallery, J., 204
 Dally, J. M., 421
 Daman-Wasserman, M., 407
 D'Amato, M. R., 277, 352, 383, 436
 Dardano, J. F., 365
 Darwin, Charles, 12–13, 23
 Davey, G. C. L., 80, 114, 123
 Davidson, F. H., 170
 Davidson, T. L., 235, 278, 292
 Davis, E. R., 182
 Davis, H. P., 56, 228, 409
 Davis, M., 17, 48–50, 56, 301, 305, 306, 317
 Davison, M., 202, 205, 206, 222
 Daw, N. D., 126
 Dean, S. J., 367
 Dearing, K. K., 247, 251
 de Brugada, I., 352
 DeCarlo, L. T., 207
 Declercq, M., 335
 DeCola, J. P., 90, 176, 177
 DeFulio, A., 335
 DeGrandpre, R. J., 251
 Dehnhardt, G., 383

 De Houwer, J., 83, 335
 Deich, J. D., 152, 153, 302
 De Jong, R., 25
 DeKeyne, A., 408
 de Kort, S. R., 421, 426
 Delamater, A. R., 122, 123, 301
 Delamater, B. A., 235
 del Carmen Sanjuan, M., 75, 105
 DeLeon, I. G., 156, 157, 357
 Delgado, M. R., 16
 Delius, J. D., 287, 383
 DeLoache, J. S., 38, 109
 DeLong, R. E., 428
 Denniston, J. C., 93, 136, 311
 Derby, S., 302
 Deroche-Gamonet, V., 363
 Descartes, R., 5–7, 9, 12, 32, 40
 Desjardins, C., 98
 DeSpain, M. J., 391, 401, 402
 Dess, N. K., 177, 178
 de Vaca, S. C., 89, 134, 430
 deVilliers, P. A., 352
 DeVito, P. L., 131
 Deweer, B., 408
 Dewsbury, D. A., 145
 Dickinson, A., 83, 133, 168, 169, 233, 235, 363, 364, 423–426
 Didden, R., 126
 DiGian, K. A., 401
 Dinsmoor, J. A., 351, 352, 356, 366, 369
 Dirikx, T., 301, 311, 312
 Dobrzecka, C., 269, 270
 Dollard, J., 14
 Domjan, M., 2, 11, 20, 38, 39, 55, 71, 80, 81, 88, 98, 99, 107, 108, 115, 119, 123, 133, 134, 163, 228, 360
 Doob, L. W., 14
 Doyere, V., 340
 Dragoi, V., 433
 Drew, M. R., 89, 133
 Dube, G. R., 410
 Dube, W. V., 329
 Ducharme, M. J., 400
 Dudai, Y., 57, 416
 Dudley, R. T., 303
 Dumas, M. J., 20, 98
 Duncan, E. J., 50
 Dunham, M., 152
 Dunn, D. P., 131, 138
 Dunn, T., 360
 Durlach, P. J., 80, 83, 293
 Dweck, C. S., 92
 Dworkin, B. R., 114
 Dwyer, D. M., 123

 Ebbinghaus, Hermann, 8, 9
 Echiverri, A. M., 318
 Eckerman, C. O., 75, 76
 Edhouse, W. V., 411
 Edwards, C. A., 387
 Eelen, P., 301, 311, 312
 Egel, A. L., 263
 Ehrman, R. N., 115, 116

 Eifert, G. H., 347–349
 Eikelboom, R., 118
 Eisenberger, R., 160, 214, 241
 Eizenga, C., 174
 El Ghadraoui, L., 25
 Elliff, D. M., 206
 Ellins, S. R., 25
 Ellis, J., 399
 Ellison, G. D., 87
 Emery, N. J., 421
 Emmerton, J., 278
 Empedocles, S., 407
 Endo, S., 215
 Engel, R., 382
 Enquist, M., 261
 Epstein, D. H., 152
 Epstein, L. H., 40–42, 247, 251
 Ervin, F. R., 82
 Escobar, M., 16, 111, 138, 411
 Eshleman, S., 89
 Esmoris-Arranz, F. J., 89, 122, 343, 344, 355
 Espie, C. A., 275
 Estes, W. K., 73, 228, 356, 367
 Estévez, A. F., 229
 Estle, S. J., 210
 Etkin, M., 352
 Ettenberg, A., 59, 63
 Evans, T. A., 439
 Everitt, B. J., 147, 223, 227, 235, 363, 364

 Fabrigoule, C., 343
 Fagen, J., 407
 Fagot, J., 443
 Fairhurst, S., 134
 Fairless, J. L., 91
 Faith, M. S., 247
 Fallon, D., 383
 Falls, W. A., 56
 Fanizza, L. J., 81
 Fanselow, M. S., 4, 39, 73, 77, 89, 119, 340–342, 354, 355
 Fantino, E., 207, 210
 Farley, J., 25
 Farley, R. F., 392
 Farmer-Dougan, V., 244
 Fath, S. J., 328
 Fazzaro, J., 352
 Feldman, D. T., 408
 Felton, M., 190
 Fendt, M., 73, 341
 Ferrara, A., 428
 Ferster, C. B., 187, 190, 193
 Fetsko, L. A., 293, 294
 Fetterman, J. G., 260, 428, 432
 Field, D. P., 209
 Field, J., 20, 98
 Fields, L., 328
 Fiore, M. C., 58, 63
 Fiset, S., 397
 FitzGerald, R. E., 392
 Flagel, S. B., 79

- Flaherty, C. F., 165
 Flaten, M. A., 115
 Floreano, D., 17
 Flynn, F. W., 278
 Foa, E. B., 177
 Foltin, R. W., 249–251
 Foree, D. D., 109, 267, 268
 Forestell, P. H., 383
 Foster, T. M., 251, 265
 Foundopoulos, M., 357
 Fountain, S. B., 436
 Fowler, H., 131, 138, 376
 Foxx, R. M., 357
 Fragaszy, D., 446
 France, K. G., 275
 Francisco, M. T., 204
 Frankel, F. D., 360
 Frankland, P. W., 56
 Freed, D. E., 247
 Freeman, J. H., 75, 91, 96, 273
 Freeman, K. B., 81
 Freet, C. S., 167
 Freiburger, K. L., 441, 444
 Fremouw, T., 441, 443, 444
 Friedman, B. X., 138
 Frisher, M., 204
 Froehlich, A. L., 444
 Frommer, G. P., 119
 Frost, N., 436–439
 Fuentes, L. J., 229
 Furrow, D. R., 8
 Futter, J., 278

 Gallagher, K. K., 293, 294
 Gallagher, S., 4
 Gallistel, C. R., 11, 89, 133, 134
 Galluccio, L., 408
 Gallup, G. G., 28, 354
 Gamzu, E. R., 79
 Ganchrow, J. R., 98
 Gantt, W. H., 71
 Garber, J., 177
 Garcia, E. O., 316
 Garcia, J., 82, 107–109
 Gardner, B. T., 448
 Gardner, E. T., 352
 Gardner, R. A., 448
 Gardner, W., 266
 Garry, M., 411
 Geddes, R. I., 167
 Gee, J.-L., 408
 Gelperin, A., 25
 Gemberling, G. A., 108
 Geraerts, E., 389
 Gershoff, E. T., 371
 Getty, D. J., 428
 Gewirtz, J. C., 105, 295
 Gharib, A., 302
 Ghirlanda, S., 261
 Giacomelli, A. M., 42
 Gibbon, J., 11, 79, 134, 302, 431, 432
 Gibson, B. M., 398
 Giese, K. P., 409

 Gilbert, D., 51
 Giles, D. E., 275
 Gillan, D. J., 133
 Gillett, S. R., 441
 Gino, A., 343
 Gisinier, R., 449
 Gisquet-Verrier, P., 408
 Gladstein, L., 131
 Gleason, D. I., 132
 Gleeson, S., 168
 Glisson, Francis, 9
 Glover, D., 90
 Gnadt, W., 377
 Godsil, B. P., 119
 Gold, P., 17, 377
 Gold, S. D., 177
 Golding, J. M., 411
 Goldman, R. S., 382, 383
 Goldshmidt, J. N., 210
 Gomez, B. E., 328
 Gont, R., 392
 González, C., 229
 González, F., 235, 352
 Goodall, G., 235, 292, 361
 Goodrum, K., 25
 Goodyer, I. M., 382
 Gordon, W. C., 408, 414
 Gorman, J. M., 343
 Gormezano, I., 76, 87, 106
 Gosling, S. D., 3, 16
 Gottlieb, D. A., 135
 Gould, K. L., 421
 Graap, K., 116, 301
 Grace, R. C., 208, 212, 325, 327, 328
 Graham, J. M., 98
 Grahame, N. J., 131
 Grant, D. S., 118–119, 384, 385, 387, 388, 400, 411
 Grau, J. W., 80, 179–181, 226, 293, 410
 Gray, R. D., 446
 Green, J. T., 75, 77
 Green, L., 210, 211, 213, 246, 247, 270
 Greene, S. L., 441
 Greenfield, P. M., 452
 Grice, G. R., 168
 Griffin, D. R., 376, 377
 Griffiths, R. R., 17
 Griffiths, W. J. H., 168, 169
 Grigson, P. S., 167
 Grimwood, P. D., 396
 Grossberg, S., 377
 Grossen, N. E., 352
 Grossett, D., 328
 Groves, P. M., 53, 54, 181
 Gruenewald, T. L., 355
 Grusec, J. F., 358
 Gunther, L. M., 136, 311
 Gunther, M., 35
 Gurung, R. A. R., 355
 Gutiérrez, G., 98
 Guttman, N., 261, 262

 Hackenberg, T. D., 16, 210, 335, 358
 Hadad, G. M., 98
 Haddad, C., 88
 Haggbloom, S. J., 327, 408
 Hailman, J. P., 38
 Hake, D. F., 303, 357, 358, 362
 Haley, R., 193
 Hall, G., 105, 106, 112, 132, 286, 287, 291, 391
 Hall, R. V., 357
 Hallam, S. C., 131
 Halliday, M. S., 91
 Hampstead, B. M., 424
 Hampton, R. R., 424
 Han, C. J., 89
 Hancock, S. D., 238
 Handley, E. A., 247, 251
 Hanley, G. P., 239
 Hanson, H. M., 282, 283
 Hanson, S. J., 241
 Harley, H. E., 448
 Harlow, H. F., 19
 Harper, D. N., 411
 Harris, J. A., 310
 Harris, K., 131
 Harrison, J. M., 270
 Harrison, R. H., 276–278, 282, 283
 Hart, B. L., 34
 Harvey, L., 275
 Haselgrove, M., 278, 325
 Hastjarjo, T., 251
 Haug, M., 16
 Have, W. N., 106
 Hawkins, R. D., 25, 56, 181, 409
 Hayden, A., 44, 45
 Hayes, C., 448
 Hayes, K. J., 448
 Hayne, H., 407
 Healy, S. D., 390
 Hearst, E., 79, 87, 119, 285
 Hebb, D. O., 394
 Heffner, H. E., 265
 Hegerl, U., 175, 177
 Heidt, J. M., 177
 Heil, S. H., 16, 165, 249
 Helmstetter, F. J., 354
 Helweg, D. A., 448
 Hemmes, N. S., 89, 134, 430
 Henderson, R., 89
 Henkel, V., 175, 177
 Herbranson, W. T., 441, 443–445
 Herman, L. M., 383, 448, 449
 Herman, R. L., 365
 Hermans, D., 4, 72, 98, 301, 311, 312, 317
 Hernandez, P. J., 304
 Herpolsheimer, L. R., 190
 Herrnstein, R. J., 200, 201, 203, 205, 207, 286, 351, 352, 440–442
 Herrnstein, R. L., 369
 Herz, M. J., 412
 Herzog, H. A., Jr., 27
 Heth, C. D., 312

- Hetrick, W. P., 125, 133
 Heyes, C., 278, 376
 Heyman, G. M., 207
 Higa, J., 48
 Higgins, S. T., 16, 165, 249
 Hilgard, E. R., 75
 Hill, W., 360
 Hilliard, S. H., 123
 Hillix, W. A., 448
 Hineline, P. N., 209, 350–352
 Hinson, J. M., 51, 205
 Hinson, R. E., 116–118
 Hintzman, D. L., 376
 Hirsch, J., 25
 Hitchcock, D. F. A., 408
 Hobbes, Thomas, 7
 Hodges, H., 390
 Hodges, L. F., 301
 Hoffman, C. M., 392
 Hoffman, N., 393
 Hoffmann, H., 123
 Hogan, D. E., 387
 Holland, P. C., 11, 111, 119, 120, 122, 125, 134, 135, 235, 292, 293, 295, 296
 Holliday, M., 25
 Hollis, K. L., 20, 71, 79, 98
 Hollon, S. D., 95
 Holman, J. G., 235, 292
 Holtz, R., 360
 Holz, W. C., 356, 358, 362, 364–366, 369
 Honey, R. C., 286, 291
 Honig, W. K., 261, 376, 382
 Hopkins, W. D., 451
 Horgen, K. B., 247
 Hourlhan, K. L., 403
 Huang, Y.-Y., 409
 Huber, L., 274, 278, 441–444
 Hudson, S. M., 275
 Hughes, J. R., 251
 Hughes, M., 89
 Hull, C. L., 227
 Hulse, S. H., 285, 323, 376
 Hunt, G. R., 446
 Hunt, P. S., 408
 Hunter, M. J., 81
 Hunter, W. S., 381
 Hurlburt, J. L., 88
 Hurly, R. A., 390
 Hursh, S. R., 247, 251
 Hutchinson, R. R., 303
 Hyman, S. E., 4, 223, 225, 226, 232

 Iberico, C., 311, 317
 Imada, H., 106
 Inglis, S. J., 275
 Innis, N. K., 173, 174
 Inoue, S., 287
 Irwin, M. R., 275
 Ishida, M., 322
 Isler, R., 392
 Ito, M., 278

 Iversen, I. H., 383
 Ivkovich, D., 75, 76
 Iwata, B. A., 156, 157, 239, 304, 357, 366
 Izumi, A., 383, 384

 Jackson, R. L., 175, 177, 178
 Jackson-Smith, P., 400
 Jacobs, A., 343
 Jacobs, E. A., 248
 Jacobs, L. F., 397
 Jacobs, W. J., 109
 Jaffe, S., 436
 Jagielo, J. A., 400, 408
 James, W., 147
 Jarrard, L. E., 278
 Jenkins, H. M., 79, 113, 134, 276–278, 282, 283, 292
 Jennings, D. J., 267
 Jennings, H. S., 377
 Jessell, T. M., 14, 395
 Ji, R.-R., 396
 Jiao, C., 49
 Jitsumori, M., 287, 388, 443, 444
 Job, R. F. S., 175
 Jobe, J. B., 4
 John, O. P., 3
 Johns, K. W., 87, 89, 93, 133
 Johnson, H. M., 403
 Johnson, J. L., 316
 Johnson, J. W., 241
 Johnson, M., 248, 403
 Johnson, S. P., 45
 Jones, B. M., 387
 Jones, M. L., 310
 Jonke, T., 408
 Joseph, J. E., 44, 45
 Joseph, V. T., 125
 Jostad, C. M., 264
 Jovanovic, T., 50
 Jozefowicz, J., 160, 193, 200, 203, 205, 210, 427, 431
 Judge, P. G., 439

 Kacelnik, A., 446, 447
 Kaczor, T., 191
 Kahng, S. W., 156, 157
 Kaiser, D. H., 405
 Kaiser, L., 25
 Kako, E., 452
 Kalish, H. I., 261, 262
 Kalmbach, B. E., 89
 Kamil, A. C., 390, 412, 421–423
 Kamin, L. J., 73, 87, 106, 125, 126, 343, 345
 Kamper, E., 88
 Kandel, E. R., 14, 25, 56, 57, 181, 395, 409
 Kane, J. M., 382, 383
 Kaplan, O., 105
 Kaplan, P. S., 42, 87
 Kappenman, E. S., 125, 133
 Karpicke, J., 229

 Karpman, M., 241
 Kaspro, W. J., 133, 170, 408
 Kastak, D., 266, 383
 Kathmann, N., 382
 Katz, J. S., 388, 444, 445
 Katzev, R. D., 346
 Kawai, N., 383
 Kaye, H., 132
 Kearns, D. N., 109, 274
 Keehn, J. D., 352
 Kehoe, E. J., 76, 87, 129, 261, 273, 277, 316
 Kelber, A., 265
 Kelley, M. J., 109, 268
 Kelling, A. S., 266
 Kelly, D. M., 397
 Kelso, P., 264
 Kendler, K. S., 89
 Kenmuir, C., 125
 Kenney, F. A., 310
 Kenward, B., 446, 447
 Kerchner, G. A., 410
 Kesner, R. P., 391, 401, 402
 Kessler, K., 328
 Kessler, R. C., 89
 Khallad, Y., 129
 Killeen, P. R., 156, 191, 252, 254, 412, 432
 Kim, J. A., 116, 118
 Kim, S. D., 78, 119
 Kimble, G. A., 75
 King, D. A., 163, 308, 309
 Kippin, T. E., 98
 Kirk, J. D. J., 3
 Kirkpatrick, K., 87, 134, 267, 284, 429, 432
 Kirmayer, L. J., 37, 72, 354, 355
 Kissinger, S. C., 114
 Klein, B. G., 113
 Klein, L. C., 355
 Klein, M., 285
 Klein, R. L., 408
 Klein, S. B., 124
 Knight, P. K., 49
 Knudson, P., 264
 Koch, C., 89
 Kodak, T., 164
 Koegel, R. L., 263
 Koelling, R. A., 82, 107–109
 Köhler, W., 285, 445
 Kohno, T., 396
 Kojima, S., 383, 384
 Koller, G., 382
 Kollins, S. H., 213
 Konorski, J., 269, 270
 Konz, W. A., 229
 Koob, G. F., 59, 63, 232
 Kornell, N., 302, 303
 Kraemer, P. J., 123, 268, 411
 Krägeloh, C. U., 206
 Krank, M. D., 116–118
 Krantz, P. J., 264
 Krasnegor, N. A., 75, 76

- Krause, M., 107, 119
 Krebs, J. R., 422
 Kreider, J. C., 89
 Kriekhaus, E. E., 106
 Kruschke, J. K., 125, 133
 Kruse, J. M., 229
 Kurtz, P. F., 239, 240
 Kurtzman, H. S., 4
 Kvavilashvili, L., 399
 Kyonka, E. G. E., 208
- LaBar, K. S., 312, 313
 Labinsky, J. S., 106
 Labus, J. S., 318
 Lachnit, H., 272, 291
 LaMon, B., 113
 Lamoreaux, R. R., 338, 355
 Lang, P. J., 50
 Lansdell, H., 27
 Lanuza, E., 340
 Larew, M. B., 428
 Larrauri, J. A., 133
 Lashley, K. S., 272
 Lattal, K. A., 145, 168, 187
 Lattal, K. M., 129, 134, 210
 Lauer, D. W., 87
 Laurent, V., 316
 Lavis, Y., 125
 Lawry, J. A., 229
 Lawson, C., 87, 89, 133
 Lazareva, O. F., 280, 285, 440–442, 444, 445
 Lea, S. E. G., 247, 260, 277
 Leaf, R. C., 73
 Leaton, R. N., 46, 47, 56
 Lebrón, K., 301
 Leconte, C., 335
 Leddy, J. J., 247
 Ledgerwood, L., 17
 LeDoux, J. E., 304, 340, 343, 353, 416
 Lee, C.-Y., 178
 Lee, J. H., 301
 Leffel, J., 392
 Leffel, J. K., 397, 398
 Lehr, M. A., 75
 Leising, K. J., 112
 Lejeune, H., 427–429
 Lejuez, C. W., 347–349
 Lemelson, R., 37, 72, 354, 355
 Le Moal, M., 59, 63
 Lencz, T., 382, 383
 Lennenberg, E. H., 448
 Lerman, D. C., 164, 304, 356–357, 371
 Lerner, N. D., 428
 Leslie, A. M., 11
 Lester, L. S., 354
 Leung, H. T., 316
 Levenson, D. H., 266
 Levins, S. M., 327
 Levis, D. J., 339, 346
 Levison, D. G., 441
 Lewis, B. P., 355
- Lewis, J. L., 412
 Lewis, M., 304
 Lewis, P., 352
 Li, M., 278
 Libet, J., 357
 Lieberman, D. A., 3, 170
 Lieberman, J. A., 382, 383
 Lieving, L. M., 427
 Lindberg, J. S., 156, 157, 239
 Linscheid, T. R., 371
 Linwick, D., 229
 Lipman, E. A., 335–337
 Lipp, O. V., 56
 Litner, J. S., 352
 Liu, G., 410
 LoBue, V., 38, 109
 Lockard, R. B., 26
 Locke, J., 32
 Locurto, C. M., 79
 Loeb, J., 23
 Logue, A. W., 81, 108, 211, 215
 Loidolt, M., 441
 LoLordo, V. M., 91, 96, 106, 109, 123, 175, 176, 228, 229, 267, 268
 Lomo, T., 394
 Lorek, E. J., 392
 Losey, G. S., 145
 Lovelace, L., 327
 Loveland, D. H., 286, 440–442
 Lovibond, P. F., 125, 228, 344–346
 Lozada, M., 48
 Lubow, R. E., 105
 Lucas, G. A., 122, 162, 174
 Lukas, S., 98
 Lussier, J. P., 16, 165, 249
 Lyn, H., 452
 Lyn, S. A., 81
 Lynch, G. S., 396
 Lynch, M. A., 394
 Lyon, D. O., 190, 228
 Lysle, D. T., 131, 138
- MacAleese, K. R., 370
 MacArdy, E. A., 114, 408
 MacDonald, S. E., 383
 MacDonall, J. S., 206
 Machado, A., 159, 206, 278, 432
 Macintosh, N. J., 133
 MacKillop, E. A., 98
 Mackintosh, N. J., 106, 132, 133, 164, 233, 235, 292, 343, 397, 399
 MacLean, E. L., 436
 Macropoulis, G., 193
 Madden, G. J., 207, 213, 214, 248
 Maes, J. H. R., 159
 Magendie, Francois, 9
 Mah, W. L., 290–292, 408
 Mahometa, M. J., 98
 Maier, S. F., 88, 175–177, 181
 Majeskie, M. R., 58, 63
 Maki, W. S., 383, 393
 Maldonado, A., 352
 Maldonado, H., 48
- Malenka, R. C., 4, 223, 225, 226, 232, 410
 Malott, M. K., 328
 Mandell, G., 328
 Maner, J. K., 320
 Mangini, M. C., 443
 Mann, B., 174
 Manns, J. R., 3, 78
 Manteiga, R. D., 307
 Maple, T. L., 266
 Marchand, A. R., 88
 Mari-Beffa, P., 229
 Markou, A., 59
 Marquis, D. G., 75
 Marr, M. J., 266
 Marsh, G., 285
 Marshall, B. S., 76
 Martin, A., 25
 Martin, G. C., 25
 Martin, S. J., 396
 Martin-Malivel, J., 443
 Martins, B. K., 204
 Marusewski, A., 42
 Marx, B. P., 177
 Masserman, J. H., 357
 Masterton, R. B., 270
 Matsuno, T., 383
 Matsuzawa, T., 383
 Matthews, R. N., 20, 99
 Matthews, T. J., 174
 Matute, H., 16, 75, 125
 Matzel, L. D., 25, 131, 136, 414, 416
 Mauk, B., 383
 Mauk, M. D., 77, 89, 133
 Mayford, M., 409
 Mazur, J. E., 208, 210, 212
 Mazzitelli, K., 329
 McAllister, D. E., 339
 McAllister, W. R., 339
 McCarthy, D., 58, 63, 202, 205
 McClannahan, L. E., 264
 McCrink, K., 45
 McCully, J., 116–118
 McDonald, K., 451
 McDonald, R. V., 116, 118
 McDowell, J. J., 202, 204
 McFall, R. M., 244
 McGaugh, J. L., 412
 McGee, G. G., 264
 McGinnis, C. M., 408
 McGonagle, K. A., 89
 McGregor, A., 278
 McIlvane, W. J., 288, 329
 McIntosh, D. C., 170
 McKelvie, A. R., 290–292, 408
 McLaren, I. P. L., 106, 132
 McLean, A. P., 328
 McMahan, C. V., 284, 285
 McMillan, D. E., 278
 McMillan, J. C., 229
 McNally, G. P., 125, 289
 McNamara, B., 329
 McNish, K. A., 88, 131

- McPhee, J. E., 106
 McSweeney, F. K., 51, 58
 Meachum, C. L., 131, 138
 Mechner, F., 153
 Meck, W. H., 427, 432
 Mehta, M. A., 382
 Melchers, K. G., 272
 Meller, P. J., 202
 Mellgren, R. L., 165, 166–167
 Melvin, K. B., 367
 Meran, I., 441
 Mercado, E., III, 383
 Merritt, D., 436
 Metalsky, G. I., 177
 Metzger, B., 168
 Meyer, J.-A., 17, 377
 Milad, M. R., 301
 Miller, A., 152
 Miller, C. A., 416
 Miller, D. J., 327
 Miller, G. A., 392
 Miller, H. C., 387
 Miller, H. L., Jr., 195, 196
 Miller, J. D., 270
 Miller, J. S., 408
 Miller, N. E., 14, 339, 358
 Miller, N. Y., 399
 Miller, R. R., 16, 73, 88, 89, 91, 93–97, 111, 124, 125, 131, 133, 134, 136–139, 267, 311, 379, 406, 408, 411, 414, 416
 Miller, V., 55
 Millin, P. M., 408, 412, 416
 Milmine, M., 403–405
 Miltenberger, R. G., 264
 Minard, E., 125
 Mineka, S., 16, 89, 98, 109, 343
 Miner, M., 280, 285
 Minor, T. R., 177, 178
 Mitchell, C. J., 125, 344, 345
 Mitchell, J. B., 98
 Mitchell, W. S., 238
 Moe, J. C., 383
 Molet, M., 335
 Möller, H. J., 175, 177
 Mongeau, R., 89
 Mongeon, J. A., 165
 Moody, E. W., 316
 Moore, A. U., 105
 Moore, B. R., 113
 Moore, B. S., 387
 Moore, J., 129
 Moore, K. A., 396
 Moore, K. E., 252
 Moran, P. M., 125
 Morgan, C. L., 23, 378
 Morgan, L., 159
 Morgulis, S., 70
 Morrel-Samuels, P., 449
 Morris, K. M., 408
 Morris, R. G. M., 352, 388–389, 396
 Morris, R. W., 74, 89, 122
 Morsella, E., 4, 377
 Motzkin, D. K., 123
 Moulder, B., 50
 Mowrer, O. H., 14, 338, 339, 355
 Mowrer, R. R., 124, 408
 Moye, T. B., 284
 Mueller, D., 306
 Mui, R., 278
 Muller, S. A., 73
 Munk, D. D., 241
 Murkerjee, M., 28
 Murphy, J., 450, 453
 Murphy, J. G., 249
 Murray, E. A., 424
 Murray, J. E., 116
 Murray, S. O., 383
 Myers, K. M., 17, 50, 272, 301, 305, 306, 317
 Myers, T. M., 338
 Mystkowski, J. L., 301, 318
 Nachtigall, P. E., 387
 Nadbrzuch, R., 42
 Nadel, L., 397
 Nader, K., 340, 416
 Nakajima, A., 409
 Nakajima, S., 106, 129
 Nakamura, T., 278, 441
 Nakkash, S., 352
 Nash, S. M., 131, 138
 Nathan, P. W., 412
 Nation, J. R., 304
 Neal, D. T., 4, 222, 223
 Neef, N. A., 187, 215
 Neill, J. C., 270
 Nelson, C. B., 89
 Nelson, J. B., 75, 105, 301, 311
 Nestler, E. J., 4, 223, 225, 226, 232
 Neuenschwander, N., 343
 Neuringer, A., 158, 159, 302, 303
 Nevin, J. A., 206, 222, 325, 327, 328
 Newcomb, N. S., 398, 399
 Newland, M. C., 370
 Newton, T., 188
 Nguyen, M., 123
 Nicassio, P. M., 275
 Nicholas, D. J., 133
 Nicholson, D. A., 75
 Nickel, M., 27
 Norrholm, S. D., 50
 O'Brien, C. P., 115, 116
 Oden, D. L., 388
 O'Donnell, J., 347–349, 357, 359
 O'Donohue, W., 16
 Odum, A. A., 427
 Odum, A. L., 328
 Oettinger, R., 392
 Öhman, A., 109
 Ohyama, T., 77, 89, 133, 152, 302
 O'Keefe, J., 397
 Olmstead, M. C., 4
 Olsson, A., 16
 Olton, D. S., 391, 392
 Olufs, M., 302, 303
 Ophir, I., 81, 108
 Ortega, N., 75
 Osorio, D., 265
 Ost, J. W. P., 87
 Ostlund, S. B., 221, 233, 234, 315, 316
 O'Tuathaigh, C. M., 89
 Overmier, J. B., 15, 16, 91, 96, 131, 175–177, 229
 Owens, J. D., 327
 Pack, A. A., 383, 449
 Page, S., 158, 159, 285
 Pak, Y., 247, 251
 Paletz, E. M., 370
 Palmatier, M. I., 316
 Palmer, R. G., 433
 Paluch, R. A., 247, 251
 Panlilio, L. V., 109, 268, 274
 Papadouka, V., 174
 Papini, M. R., 13, 24, 87, 303, 322
 Pardo-Vázquez, J. L., 89, 122, 343, 344, 355
 Park, A., 275
 Parke, R. D., 366
 Parker, J., 29
 Parker, L. A., 81
 Parkinson, A. E., 411
 Parsons, L., 59
 Paschall, G. Y., 132
 Patterson, F. G., 179, 449
 Pavlov, I. P., 9, 11, 14, 69–71, 79, 90, 91–92, 94, 104, 112, 114, 119, 261, 267, 272
 Pearce, J. M., 106, 124, 132, 267, 271, 272, 278, 325
 Peden, B. F., 207
 Pedreira, M. E., 48
 Pelchat, M. L., 108
 Pelley, M. E., 124
 Pelloux, Y., 363, 364
 Penner, R. H., 387
 Pennington, J., 275
 Pepperberg, I. M., 448, 449
 Perdeck, A. C., 37
 Pérez, C., 81
 Perkins, C. C., 170
 Perlis, M. L., 275
 Perone, M., 190
 Perry, D. G., 366
 Peterson, C., 175, 177
 Peterson, G. B., 119, 229
 Petitto, L. A., 452
 Petry, N. M., 213, 214
 Pfaus, J. G., 98
 Pharr, V. L., 20, 98
 Phelps, B. J., 191
 Phelps, E. A., 16, 312, 313
 Phillips, S., 114
 Piazza, P. V., 363
 Pictou, B. M. B., 133
 Pierce, W. D., 160
 Pilz, P. K., 55

- Pinel, J. P. J., 88
 Pinker, S., 32
 Piper, M. E., 58, 63
 Pisacreta, R., 158
 Pittman, C. M., 367
 Pizzo, M. J., 427
 Platt, J. R., 182
 Plonsky, M., 177
 Ploog, B. O., 106, 114
 Pockett, S., 4
 Podlesnik, C. A., 328
 Poling, A., 27, 168
 Postman, L., 411
 Poulos, A. M., 4, 77, 340
 Poulos, C. X., 115
 Prados, J., 307
 Pravosudov, V. V., 421
 Premack, D., 236–237, 239, 240, 369, 388
 Prescott, T. J., 17
 Preston, K. L., 152
 Price, L., 301
 Prigot, J., 407
 Prinsen, H., 126
 Prochaska, J., 346, 347
 Prossinger, H., 274, 278
 Puente, G. P., 295

 Quinn, J. J., 73, 89
 Quirk, G. J., 301, 306

 Rabinowitz, V. C., 411
 Rachlin, H. C., 32, 210–213, 247, 253, 369
 Radcliffe, F., 407
 Raia, C. P., 195, 196
 Raiff, B. R., 358
 Raja, S., 247, 251
 Ramirez, I., 81
 Ramos, B. M. C., 115
 Rampon, C., 410
 Ramsey, M., 20, 99
 Randall, C. K., 123
 Randall, P. K., 408
 Randell, T., 288
 Randich, A., 106
 Rankin, C. H., 40, 48
 Rapaport, P., 88
 Raslear, T. G., 251
 Rasmussen, E. B., 370
 Rau, V., 354, 355
 Rauhut, A. S., 106, 311
 Raymond, G. A., 360, 361
 Rayner, R., 72
 Ready, D., 301
 Reberg, D., 174, 319
 Reed, D. D., 204
 Reed, P., 195, 197, 357
 Reichmuth, C. J., 266
 Reid, A. K., 152
 Reilly, S., 81
 Remington, B., 288
 Renner, J. C., 278

 Repp, A. C., 241, 356
 Rescorla, R. A., 8, 80, 87, 91, 92, 96, 108, 111, 122, 124, 126–133, 136, 139, 165, 226, 227, 233–235, 272, 292–295, 312, 352
 Ressler, K. J., 17, 317
 Revusky, S. H., 82
 Reynolds, G. S., 194, 195, 259, 260, 264
 Rhaganti, M. A., 435
 Riccio, D. C., 114, 376, 379, 408, 411–416
 Richardson, R., 17, 408, 414
 Ricker, S. T., 310
 Rieland, W. A., 204
 Riley, A. L., 81, 229
 Riley, D. A., 401
 Rilling, M., 285
 Ristau, C. A., 376, 377
 Riusech, F., 89
 Rivers, S., 78, 119
 Rizvi, S. A. T., 251
 Robbins, S. J., 115, 116, 131
 Robbins, T. W., 147, 223, 227, 235
 Roberts, S., 302, 428–430, 444
 Roberts, W. A., 268, 384, 391, 392, 397, 399, 424
 Robins, R. W., 3
 Robinson, D., 382, 383
 Robinson, J. L., 42
 Robinson, T. E., 59, 63, 79, 223, 230, 232
 Roby, T. B., 236
 Rodefer, J. S., 40–42
 Rodrigo, T., 397, 399
 Roemer, R. A., 54
 Roemmich, J. N., 42, 247, 251
 Rogers, R. F., 25
 Roitblat, H. L., 17, 377, 387, 431, 448, 452
 Roker, L. A., 75
 Rokke, E., 229
 Roll, D. L., 82
 Roll, J. M., 188
 Romanes, G. J., 13
 Romaniuk, C. B., 88
 Romano, A., 48
 Ronski, M. A., 448
 Roper, K. L., 405
 Rosas, J. M., 335
 Roscoe, E. M., 366
 Rosellini, R. A., 176, 177
 Rosenberg, E., 392
 Rosengard, C., 310
 Ross, N. A., 204
 Ross, R. T., 293, 296
 Rothbaum, B. O., 17, 50, 116, 177, 301
 Routtenberg, A., 306
 Rovee-Collier, C., 406–408
 Rozin, P., 80, 108
 Rubert, E., 451
 Rudy, J. W., 25, 42, 43, 306, 403
 Rumbaugh, D., 448
 Rumbaugh, D. M., 449–453

 Russell, M. S., 28
 Russell, W. R., 412
 Russella, R., 284
 Rutledge, R. B., 446
 Rutz, C., 446, 447

 Saad, F. G., 42
 Saavedra, M. A., 124
 Sabo, B., 193
 Sahakian, B. J., 382
 Sahley, C., 25
 Sajwaj, T., 357
 Sakagami, T., 197
 Sakamoto, J., 278
 Saladin, M. E., 106, 116, 131
 Salmon, D. P., 277
 Salwiczek, L. H., 423, 424, 426
 Samuelson, R. J., 391, 392
 Sanabria, F., 156
 Sanders, R. J., 452
 Sands, S. F., 387
 Sansa, J., 307
 Santi, A., 400
 Santini, E., 301
 Saper, Z. L., 106
 Sargisson, R. J., 385, 386
 Satzger, W., 382
 Sauerbrunn, D., 365
 Saunders, J. C., 344, 345
 Saunders, K. J., 190, 357, 359
 Savage-Rumbaugh, E. S., 448–454
 Savastano, H. I., 89, 91, 96, 134, 136, 207, 210, 267
 Sawa, K., 106, 112
 Scalera, G., 81
 Scavio, M. J., Jr., 106
 Schaal, D. W., 427
 Schaal, S., 278, 279, 377
 Schachter, D. L., 380
 Schachtman, T. R., 81, 408
 Schafe, G. E., 304, 416
 Schenk, F., 397
 Schiff, R., 346, 347
 Schiller, K. M., 25
 Schindler, C. W., 109, 268, 274
 Schlinger, H., 191
 Schlosberg, H., 335
 Schmajuk, N. A., 11, 133, 292
 Schmidt, N. B., 320
 Schneiderman, N., 87
 Schnitker, K. M., 91, 96, 273
 Schnitzler, H.-U., 55
 Schöner, G., 45, 53, 54, 56
 Schrader, S., 369
 Schreibman, L., 263
 Schreurs, B. G., 88
 Schulklin, J., 112
 Schuster, C. R., 16
 Schuster, R. H., 369
 Schusterman, R. J., 266, 383, 449
 Schwartz, B., 152, 158, 229
 Schwartz, J. H., 14, 57, 395
 Schwarz, M., 25

- Schweitzer, J. B., 215
 Sclafani, A., 81, 123
 Sears, R. R., 14
 Sechenov, I. M., 9–11
 Seligman, M. E. P., 175–177, 181
 Senkowski, P. C., 322
 Seta, S., 75
 Seth, A. K., 17
 Sevcik, R. A., 448, 450–453
 Sevenster, P., 145, 161
 Shahan, T. A., 328
 Shanker, S. G., 454
 Shanks, D. R., 272
 Shanock, L., 160
 Shapiro, N. R., 109, 176
 Shavalia, D. A., 392, 393
 Sheffield, F. D., 236
 Shellman, J., 357
 Shelton, R. C., 95
 Sherburne, L. M., 405
 Sheridan, J., 56
 Sherry, D. F., 421, 422
 Sherwood, A., 111
 Shettleworth, S. J., 13, 162, 163, 173, 376, 397–399, 422
 Shillingford, S. W., 195, 196
 Shimada, N., 287
 Shimizu, E., 410
 Shimp, C. P., 205, 206, 441, 443–445
 Shin, J., 272
 Shore, B. A., 357
 Shors, T. J., 177
 Shurtleff, D., 251
 Shuwairi, S. M., 45
 Shyan, M. R., 388
 Siddle, D. A. T., 56
 Sidman, M., 287, 347, 349–351
 Siegel, S., 88, 114–118, 127, 131
 Siemann, M., 287
 Sigafoos, J., 126
 Sigmundi, R. A., 119, 353
 Sigurdsson, T., 340
 Silberberg, A., 247, 251
 Silva, A. J., 409
 Silva, K. M., 122, 173, 174, 433
 Silverman, K., 16, 165
 Simmelhag-Grant, V. L., 172–174
 Simmons, L., 251
 Simons, R. C., 51
 Singer, R. A., 387
 Singh, N. N., 126, 356
 Sinning, S. A., 397, 398
 Sitomer, M. T., 156
 Skelton, R. W., 114
 Skinner, B. F., 14, 73, 149, 150, 170–171, 187, 190, 193, 235, 292, 356, 357, 367
 Slamecka, N. J., 411
 Small, W. S., 148
 Smeets, P. M., 287
 Smith, C. N., 3, 78
 Smith, J. C., 82
 Smith, M. C., 87
 Smith, M. S., 275
 Smith, M. T., 275
 Smith, N., 346, 347
 Smith, S., 301
 Snarskii, A. T., 70
 Snodgrass, S. H., 278
 Snyder, R. J., 266
 Soares, J. J. F., 109
 Solman, R. T., 126
 Solomon, R. L., 58–62, 176, 227, 343, 345, 356
 Son, L. K., 438
 Soto, P. L., 204
 Southall, B. L., 266
 Soyka, M., 382
 Spear, N. E., 123, 376, 379, 408, 412, 414
 Spence, K. W., 227, 280, 284, 285
 Spencer, W. A., 48
 Spetch, M. L., 88, 114, 259, 284, 387, 397
 Spradlin, J. E., 367
 Spring, B., 247, 251
 Springer, A. D., 414
 Squire, L. R., 3, 56, 78, 409, 412
 Stacy, A. W., 4
 Staddon, J., 11
 Staddon, J. E. R., 48, 160, 172–174, 193, 200, 203, 205, 210, 244, 427, 431, 433
 Stafford, D., 190
 Stanhope, K. J., 113
 Stanton, M. E., 75, 76
 Stasiak, M., 270
 Stebbins, H. E., 293, 294
 Steiner, J. E., 98
 Steinert, P., 383
 Steinmetz, J. E., 75, 77
 Stephenson, D., 56
 Steurer, M., 274, 278, 441
 Stevens, S. E., 261
 Stewart, J., 118
 Stilman, A. J., 177
 Stoffelmayr, B. E., 238
 Stokes, P. D., 152, 153, 160
 Stokes, T. F., 263
 Stone, A. A., 4
 Stone, M. J., 81
 Stout, S., 111
 Stout, S. C., 136–139, 267
 Straub, R. O., 436
 Strauss, K. E., 81, 108
 Strijkstra, A. M., 393
 Suarez, S. D., 28, 354
 Sullivan, M. W., 304
 Sulzer-Azaroff, B., 215
 Summers, R. J., 383, 384
 Sumpter, C. E., 251, 265
 Sundberg, M. L., 451
 Sunnucks, W. L., 3
 Sunsay, C., 84, 134, 316
 Susswein, A. J., 25
 Sutherland, A., 157
 Sutphin, G., 168
 Sutton, J. E., 397
 Sutton, R. S., 17
 Suzuki, S., 392
 Swammerdam, John, 9
 Swartzentruber, D., 291, 292, 295
 Sweatt, J. D., 416
 Swindell, S., 58
 Szwejkowska, G., 269, 270
 Tagliatela, J. P., 448
 Tailby, W., 287
 Tait, R. W., 106, 131
 Takeuchi, S. A., 204
 Tamm, L., 370
 Tanaka, J. W., 44, 45
 Tang, Y.-P., 409, 410
 Tanno, T., 197
 Taylor, K. M., 125
 Taylor, S. E., 355
 Taylor, T. J., 454
 Taylor, T. L., 175, 176, 403
 Tebbich, S., 421
 Temple, J. L., 42, 247
 Temple, W., 251, 265
 Terrace, H. S., 79, 431, 436, 438, 439, 452
 Teyler, T. J., 54
 Theios, J., 323, 325
 Thelen, E., 45, 53, 54, 56
 Thomas, B. L., 303, 311, 318–320
 Thomas, D. R., 284, 285, 290–292, 407, 408
 Thomas, G. V., 170
 Thomas, J. R., 357
 Thomas, S., 83
 Thompson, R., 77, 78
 Thompson, R. F., 48, 53, 54, 181
 Thompson, R. H., 239, 366
 Thompson, R. K. R., 388
 Thorndike, E. L., 23, 145–148, 221–223, 227, 236, 253, 356, 369
 Tierney, K. J., 241, 252, 288
 Tiffany, S. T., 115, 301
 Timberlake, W., 24, 39, 118–119, 122, 162, 163, 173, 174, 240, 241, 244, 392, 397, 398, 433
 Tinbergen, N., 37–39
 Tinley, E. M., 83
 Todes, D. P., 70
 Tomie, A., 79, 289, 304
 Tomsic, D., 48
 Tonneau, F., 209
 Touretzky, D. S., 126
 Tracy, J. A., 75, 77
 Trapold, M. A., 229
 Trattner, J., 241
 Trauner, M. A., 178
 Treichler, F. R., 435
 Trenholme, I. A., 357
 Troje, N. F., 441
 Trosclair-Lasserre, N. M., 164
 Tsien, J. Z., 410

- Tu, Q., 204
 Tucker, J. A., 204
 Tulving, E., 380, 423
 Turek, R. J., 421
 Turkel, E., 382, 383
 Turkkan, J. S., 4, 71
 Turman, A. B., 49
 Twining, R. C., 167
 Twitmyer, E. B., 69
 Tzschentke, T. M., 289

 Umbricht, A., 152
 Underwood, B. J., 411
 Ungless, M. A., 25
 Üngör, M., 291
 Updegraff, J. A., 355
 Urcelay, G. P., 73, 91, 138, 379, 406, 408, 414
 Urcuioli, P. J., 170, 229, 261, 270, 287, 400
 Uyeyama, R. K., 383, 448

 Vaidya, M., 210
 Van den Bergh, O., 311, 317
 van der Kolk, B. A., 343
 van Laarhoven, T., 241
 Vansteenwegen, D., 4, 72, 98, 301, 311, 312, 317
 Van Tilburg, D. N., 435
 van Trigt, L., 89
 Van Veldhuizen, N., 391
 Vaughan, W., Jr., 207, 441
 Vázquez-García, G. A., 89, 122, 343, 344, 355
 Vervliet, B., 50, 301, 311, 312, 317
 Viken, R. J., 244
 Vila, J., 352
 Villarreal, R., 115
 Visalberghi, E., 446
 Vogel, E. H., 124, 272
 Vollmer, T. R., 204
 Vorhees, C. V., 389
 Vorndran, C. M., 356–357, 371
 Vorobyev, M., 265
 Vuchinich, R. E., 204, 246
 Vul'fson, S. G., 70
 Vyas, D. K., 439

 Waddell, J., 74, 89, 122
 Wade, M., 272
 Wade-Galuska, T., 190
 Wagner, A. R., 88, 92, 124, 126–133, 136, 139, 165, 226, 272, 280, 295, 402, 403
 Wagner, G. C., 304
 Wagner, K., 159
 Wagner, M., 382
 Wahl, G., 163
 Wakita, M., 278
 Wallace, J., 383
 Wallace, M. D., 304
 Walters, G. C., 56, 358
 Wang, L., 409
 Wang, S.-H., 416
 Ward-Robinson, J., 112
 Warren, D. A., 177
 Warren-Boulton, F. R., 251
 Wasserman, E. A., 13, 124, 280, 285, 376–378, 388, 428, 440–442, 444, 445
 Watanabe, A., 403–405
 Watanabe, S., 278
 Waters, A. M., 96
 Watson, J. B., 72
 Watt, A., 168, 169, 235
 Wearden, J. H., 427–429
 Weaver, M. S., 408
 Webster, M. M., 81
 Weerakoon, P., 49
 Wegner, D. M., 4, 377
 Weidemann, G., 316, 344, 345
 Weinberger, N., 346
 Weir, A. A. S., 446, 447
 Weise-Kelly, L., 116, 118
 Weisman, R. G., 352
 Weiss, F., 59
 Weiss, S. J., 109, 268, 274
 Werner, J. S., 42, 43
 Westbrook, R. F., 278, 289, 310, 316, 441
 Whalen, R. E., 16
 Wheatley, K. L., 88
 Wheeler, D. S., 111
 Wheeler, E. A., 401
 Wheeler, R. A., 167
 White, K. G., 385–387, 411
 White, N. E., 129
 White, W., 392
 Whitlow, J. W., 403
 Wiers, R. W., 4
 Wilkenson, K., 448
 Wilkie, D. M., 88, 114, 383, 384
 Wilkinson, A., 391
 Wilkinson, K. M., 288
 Williams, A. M., 168
 Williams, B. A., 168, 170, 206, 210
 Williams, D. A., 87–89, 91, 93, 96, 131, 133
 Williams, D. C., 190, 357, 359
 Williams, D. R., 79
 Williams, J., 98
 Williams, M. T., 389
 Williams, S. L., 450, 453
 Willis, A., 291
 Wills, A. J., 260, 277
 Wilson, S. W., 17
 Wimpenny, J. H., 446
 Winter, J., 170
 Winterbauer, N. E., 111, 233, 234
 Wirth, O., 190, 347–349
 Wisniewski, L., 40–42
 Witcher, E. S., 131
 Wittchen, H.-U., 89
 Wixted, J. T., 411
 Wolf, G., 106
 Wolf, M. M., 264
 Wolpe, J., 110
 Wong, C. J., 152
 Wood, W., 4, 222, 223
 Woodruff-Pak, D. S., 75
 Woods, A. M., 301, 306, 308, 312, 320, 330
 Woodson, J. C., 98
 Woolaway-Bickel, K., 320
 Woolf, C. J., 396
 Wright, A. A., 383, 387, 388, 444, 445
 Wynn, K., 45
 Wynne, L. C., 343, 345

 Yamaguchi, T., 207
 Yamamoto, K. Y., 204
 Yang, C., 89, 133
 Yeomans, J. S., 56
 Yeomans, M. R., 83
 Yerkes, R. M., 70
 Yin, H., 111
 Yoshino, T., 357
 Young, M. E., 280, 285

 Zamble, E., 98
 Zarcone, T. J., 278
 Zeigler, H. P., 106, 113, 114, 153
 Zeiler, M. D., 187
 Zellner, D., 80
 Zentall, T. R., 13, 287, 376, 378, 387, 399–401, 405, 424
 Zhao, S., 89
 Zhou, Y., 408
 Zhuo, M., 410
 Zimmer-Hart, C. L., 131
 Zinbarg, R., 177
 Zito, B., 79
 Zoladek, L., 392
 Zvolensky, M. J., 347–349

ÍNDICE ANALÍTICO

- Adaptabilidad de la habituación y la sensibilización, 50-51
- Adaptación sensorial contra habituación, 52-53
- Adicción
 - asociación E-R y, 223
 - castigo y, 363
 - condicionamiento instrumental y, 223-226, 230-232
 - condicionamiento pavloviano y, 115, 117-118
 - papel de la dopamina en la, 223-226
 - teoría del proceso oponente y, 62-63
 - terapia por exposición para la, 301
- Adquisición, 96, 380, 396-399
- Agresión por frustración, 303-304
- Almacenamiento y recuperación de comida, 421-427
- Amígdala, 340-342
- Amnesia, 412-416
- Amnesia retrógrada, 412-416
- Animales
 - alternativas al uso de, en la investigación, 28-29
 - aprendizaje del lenguaje en, 447-454
 - como modelos de la conducta humana, 14-16
 - conducta en el laboratorio contra conducta normal, 26
 - desarrollo de fármacos y, 16-17
 - invertebrados, aprendizaje en, 56-58
 - paradigmas de memoria de, 379-393
 - robótica y, 16-17
 - trato ético a los, 27-28
 - uso de herramientas en los, 445-447
 - uso de, en la investigación, 25-29
- Anorexia y aversión condicionada a la comida, 81
- Aprendizaje
 - aspectos metodológicos en el estudio del, 20-25
 - como ciencia experimental, 20-21
 - control por el estímulo y, 272-288
 - definición, 17-20
 - desempeño contra, 18
 - en extinción, 320-327
 - en invertebrados, 56-58
 - en la médula espinal, 179-181
 - enfoque del proceso general al estudio del, 22-25
 - genética y, 409-410
 - niveles de análisis del, 19-20
 - sin un estímulo incondicionado, 110-112
 - uso de animales no humanos en la investigación sobre el, 25-29
- Aprendizaje de aversión al sabor. Véase Aversión condicionada al sabor
- Aprendizaje de conceptos abstractos, 444-445
- Aprendizaje de conceptos de nivel superior, 444
- Aprendizaje de conceptos perceptuales, 440-444
- Aprendizaje de objeto, 71
- Aprendizaje de pares asociados, 435
- Aprendizaje de preferencia de lugar, 289-290
- Aprendizaje de reglas específicas, 387-388
- Aprendizaje de reglas generales, 387-388
- Aprendizaje de relaciones seriales, 434-439
- Aprendizaje de representación serial, 435
- Aprendizaje declarativo, 3
- Aprendizaje del lenguaje en animales no humanos, 447-454
 - evidencia del uso de la “gramática” en los grandes simios, 451-454
 - primeros intentos de, 448-449
 - procedimientos para, 449-451
- Aprendizaje en la médula espinal, 179-181
- Aprendizaje en los invertebrados, 56-58
- Aprendizaje estímulo-estímulo, 122-123
- Aprendizaje estímulo-respuesta, 122-123
- Aprendizaje gustativo, 40-42, 80-83, 107-109
- Aprendizaje por incentivos, 234
- Aprendizaje/memoria episódica, 3, 380, 423-427
- Aprendizaje/memoria procedimental, 3, 380
- Arco reflejo, 34
- Arrastre instintivo, 161-163
- Asignación de respuesta, 246-251
- Asociación, 7, 8-9
- Asociación E-C, 226-229
- Asociación E-R, 222-223
- Asociaciones inhibitorias E-R, 320-322
- Atención visual en infantes humanos, 42-45

- Autocontrol, 210-215
 - descuento del valor y, 211-213
 - entrenamiento de la capacidad de, 214-215
 - estudios de, 210-215
 - impulsividad y, 213
- Automoldeamiento, 79
- Aversión a la comida, 81
- Aversión a la comida, 81 *véase también*
 - Aversión condicionada al sabor
- Aversión condicionada al sabor, 80-83, 107-109
- Bucle de retroalimentación negativa, 114
- Búsqueda focalizada posterior a la comida, 174, 433, *véase también*
 - Teoría de los sistemas de conducta
- Búsqueda focalizada previa a la comida, 433 *véase también*
 - Teoría de los sistemas de conducta
- Cadena de respuestas, 435
- Caja de Skinner, 24
- Cámara con estabilímetro, 46
- Cambio, resistencia al, 327-330
- Cambios del desarrollo, 20
- Capacidad sensorial, 265-266
- Carácter asociativo de la PLP, 394
- Características o funciones relevantes, 15-16
- Carrera de razón, 190
- Castigo, 356-372
 - análisis experimental del, 357-367
 - características del estímulo aversivo, 357-359
 - como procedimiento de
 - condicionamiento instrumental, 155
 - como señal del reforzamiento
 - positivo, 366-367
 - efectos de la demora en, 361
 - efectos del estímulo discriminativo, 366
 - efectos del programa en, 361-362
 - estimulación contingente a
 - la respuesta contra estimulación independiente de la respuesta, 359-361
 - fuentes alternativas de reforzamiento
 - positivo y, 365-366
 - fuera del laboratorio, 370-372
 - ley negativa del efecto y, 369-370
 - teoría de la evitación del, 368-369
 - teoría de la respuesta emocional
 - condicionada del, 367-368
 - teorías del, 367-370
 - tipos y programas de reforzamiento
 - positivo, 357, 362-367
- Castigo corporal, 371
- Castigo discriminado, 368
- Categorización y aprendizaje de
 - conceptos, 440-445
 - conceptos abstractos, 444-445
 - conceptos de nivel superior, 444
 - conceptos perceptuales, 440-444
- Círculo antirrecompensa, 63
- Claves
 - bebés humanos y, 406-407
 - claves de configuración en los
 - estímulos compuestos, 270-272
 - contextuales, 288-292, 407-408
 - interoceptivas, 116, 278
 - recuperación, 406
 - retroalimentación de la terminación
 - de la descarga, 178
 - retroalimentación de las señales de
 - seguridad, 178
 - señal de olvido, 403, 405
- Claves contextuales, 288-292, 407-408
- Claves de configuración en los estímulos
 - compuestos, 270-272
- Claves de recuperación, 406
- Claves de retroalimentación de la señal de
 - seguridad, 178
- Claves de retroalimentación de la
 - terminación de la descarga, 177
- Codificación del estímulo, 396-399
- Codificación prospectiva, 399-402
- Codificación retrospectiva, 399-402
- Códigos de navegación, 397-399
- Cognición comparada
 - almacenamiento y recuperación de
 - comida, 421-427
 - aprendizaje de relaciones seriales,
 - 434-439
 - aprendizaje del lenguaje en animales
 - no humanos, 447-454
 - categorización y aprendizaje de
 - conceptos, 440-445
 - control temporal de la conducta,
 - 427-434
 - definición, 377-379
 - desarrollos históricos en el estudio de,
 - 12-13
 - genética y, 409-410
 - mecanismos de la memoria, 375-418
 - olvido, 411-416
 - temas especiales en, 419-455
 - uso de herramientas en animales no
 - humanos, 445-447
- Compuesto serial, 295-296
- Conceptos económicos, 246-251
- Condicionamiento clásico, 67-101
 - aprendizaje gustativo, 80-83
 - condicionamiento de temor, 72-75
 - condicionamiento palpebral, 75-78
 - condicionamiento pavloviano
 - inhibitorio, 89-96
 - condicionamiento pavloviano, 83-96
 - eficacia del, 87-89
 - engramas y condicionamiento
 - palpebral, 77-78
 - factores temporales y, 133-136
 - hipótesis del comparador del, 136-138
 - interacciones de la respuesta en,
 - 228-229
 - medición de las respuestas
 - condicionadas, 85-86
 - modelos atencionales del, 132-133
 - modelos de, 126-139
 - predominio del, 96-99
 - primeros años del, 69-71
 - procedimientos de control para el,
 - 86-87
 - procedimientos del condicionamiento
 - pavloviano excitatorio, 83-89
 - seguimiento de señales, 79-80
 - situaciones experimentales en el, 71-83
- Condicionamiento configuracional contra
 - modulación, 295-296
- Condicionamiento de demora corta, 84-85
- Condicionamiento de demora larga, 82-83, 85
- Condicionamiento de escape, 177-179
- Condicionamiento de huella, 85
- Condicionamiento de orden superior,
 - 110-111
- Condicionamiento de primer orden,
 - 110-111
- Condicionamiento de segundo orden,
 - 110-111
- Condicionamiento de tercer orden,
 - 110-111
- Condicionamiento evaluativo, 83
- Condicionamiento inhibitorio, 89-96
 - asociación EC-EI y, 129-130
 - contingencia o correlación negativa
 - entre EC y EI, 92-93
 - extinción de, 131
 - medición de, 93-96
 - procedimientos para, 91-93
 - prueba con estímulos compuestos,
 - 94-96
 - prueba de retardo de la adquisición, 96
 - prueba de sumación, 94-96
 - sistemas de respuesta bidireccional,
 - 93-94
 - temor y, 351-352
- Condicionamiento instrumental, 143-184
 - adición y, 223-226, 230-232
 - asociación E-C en, 226-229
 - asociación E-R en, 222-223
 - condicionamiento de escape y, 177-179
 - controlabilidad de los reforzadores y,
 - 174-175, 177
 - déficits de actividad y, 176-177
 - diseño triádico y, 175-176
 - efectos de la relación temporal sobre,
 - 168-170
 - elementos fundamentales de, 157-182
 - enfoques modernos en el estudio del,
 - 148-154
 - estructura asociativa del, 221-235
 - expectativa de la recompensa y,
 - 226-229
 - experimento de superstición en, 170-174
 - hipótesis del desamparo aprendido, 176
 - interacciones de respuesta en, 228-229
 - ley del efecto en, 222-223
 - mecanismos motivacionales, 219-255
 - periodicidad de las respuestas
 - interinas y terminales, 174
 - pertinencia en, 160-162
 - primeras investigaciones de, 145-147
 - procedimientos de ensayo discreto,
 - 148-149
 - procedimientos de operante libre,
 - 149-154
 - procedimientos, 154-156
 - reforzador instrumental en, 163-167

- regulación conductual, 235-253
- relación respuesta-reforzador en, 167-182
- relaciones R-C y E(R-C) en, 223-226, 229-235
- respuesta instrumental en, 158-163
- restricciones en, 162-163
- teoría de los dos procesos de, 227-228
- teoría de los sistemas de conducta y, 162-163
- tratamiento de la conducta autolesiva con, 156-157
- tratamiento de problemas conductuales con, 156-157
- Condicionamiento palpebral, 75-78
- Condicionamiento pavloviano, 83-96, 292-294, *véase también* Condicionamiento clásico
- Condicionamiento retroactivo, 85
- Condicionamiento simultáneo, 85
- Conducta apetitiva, 39
- Conducta autolesiva, 156-157
- Conducta consumatoria, 39
- Conducta de congelamiento, 72-73, 353, 354-355
- Conducta de elección, 185-217
 - elecciones complejas y, 208-215
 - estudios de autocontrol y, 210-215
 - ley de igualación y, 200-204
 - medidas de, 199-200
 - programas concurrentes y, 198-207
 - programas de reforzamiento encadenados concurrentes, 208-210
 - programas de reforzamiento intermitente y, 187-197
- Conducta de evitación no discriminada, 346-351
- Conducta de evitación, 335-356
 - análisis experimental de, 342-351
 - conducta de recuperación y, 353-355
 - conducta defensiva y, 351-355
 - experimentos de pulsión adquirida, 342-343
 - exposición al EC solo para la extinción de, 345-346
 - extinción de, 345-346
 - impedimento de la respuesta y, 345-346
 - inhibición condicionada del temor y, 351-352
 - inminencia depredadora y, 353-355
 - no discriminada, 346-351
 - operante libre, 346-351
 - orígenes del estudio de, 335-337
 - procedimiento de evitación discriminada, 337-338
 - reacciones de defensa específicas de la especie y, 352-353
 - reforzamiento de, mediante la reducción de la frecuencia de la descarga, 352
 - señales de seguridad y, 351-352
 - temor y, 340-345
 - teoría de los dos procesos de, 338-339, 350-351
- Conducta de recuperación, 353-355
- Conducta humana compleja, 204
- Conducta instrumental, 144
- Conducta perseverante, 239
- Conducta provocada, 33-40
 - estimulación repetida y, 40-53
 - modulación de, 48-50
 - organización secuencial de la, 38-40
 - patrones de acción modal, 36-38
 - reflejos, concepto de, 33-36
- Conducta supersticiosa, 170-174, 433
- Conductas adjuntivas, 432-433. *Véase también* Respuestas interinas y Respuestas terminales
- Conductas aprendidas, 279-282
- Congelamiento condicionado, *véase* Conducta de congelamiento
- Consolidación de la memoria, 304-306, 412, 414-416
- Consolidación de la memoria, 304-306, 412, 414-416
- Contigüidad, 125, 168
- Contigüidad temporal, 125, 168
- Contingencia de tres términos, 221-222
- Contingencia instrumental, 242-244
- Contingencia negativa, 155
- Contingencia o correlación negativa entre EC y EI, 92-93
- Contingencia respuesta-reforzador, 170
- Contingencias de reforzamiento, *véase* Programas de reforzamiento
- Contraste negativo, 167
- Contraste positivo, 167
- Control aversivo. *Véase* Conducta de evitación, Castigo
- Control condicional, 292-296
 - en el condicionamiento pavloviano, 292-294
 - excitación contra modulación, 294-295
 - modulación contra condicionamiento de configuraciones, 295-296
- Control explícitamente no emparejado, 87
- Control por el estímulo, 257-298
 - capacidad sensorial y orientación, 265-266
 - claves contextuales y, 288-292
 - claves de configuración en estímulos compuestos, 270-272
 - del sueño, 275
 - discriminación y, 259-260, 272-277
 - elementos del estímulo compuesto, 270-272
 - en el condicionamiento clásico, 104-112
 - facilidad relativa del condicionamiento de varios estímulos, 266-267
 - factores de aprendizaje en, 272-288
 - factores de la respuesta en, 269-270
 - generalización y, 260-261, 263-264
 - gradientes de generalización del estímulo como medidas de, 261-262
 - identificación y medición de, 259-262
 - por relaciones condicionales, 292-296
 - respuesta diferencial y, 259-260
 - tipos de reforzamiento, 267-269
 - variedad de posibles estímulos discriminativos, 277-279
- Control temporal de la conducta, 427-434
 - en el condicionamiento clásico, 133-136
 - modelos de estimación temporal, 430-434
 - osciladores contra marcapasos en el, 433-434
 - propiedades de, 429-430
 - scalar expectancy theory, 431-432
 - técnicas para estudiar el, 428-429
 - teoría conductual de la estimación temporal, 432-433
- Controlabilidad de los reforzadores, 174-175, 177
- Cooperatividad de la PLP, 394
- Curva de la demanda, 247-249
- Déficits de actividad, 176-177
- Demanda del consumidor, 247-251
- Demora del castigo, efectos de la, 361
- Depresión de largo plazo (DLP), 394-396
- Depresión y desamparo, 177
- Desamparo, 174-181
 - en la médula espinal, 179-181
- Desarrollo y prueba de fármacos, 16-17
- Desempeño, 18
- Discriminación del estímulo, 259-260, 274, 278
- Discriminación intradimensional, 282
- Diseño triádico, 175-176
- Disponibilidad limitada, 194
- Dopamina, 105, 223-226, 230-232
- Dualismo, 5
- EC, *véase* Estímulo condicional
- Ecolalia demorada, 239
- Economía conductual, 246-251
- Efecto de aumento, 132
- Efecto de bloqueo, 124-128
- Efecto de calidad-ubicación, 269-270
- Efecto de cambio de pico, 282-285
- Efecto de contrabloqueo, 132
- Efecto de inhibición latente, 105
- Efecto de la magnitud del reforzamiento en la extinción, 323
- Efecto de la otra raza, 44
- Efecto de sensibilización, 48-51, 53-56
- Efecto del desamparo aprendido, 175
- Efecto del reforzamiento parcial en extinción (ERPE), 323-327
- Efectos de la relación temporal, 168-170
- Efectos de reevaluación, 136
- Efectos del sobreentrenamiento en la extinción, 322
- Efectos paradójicos de la recompensa, 322-325
- EI *véase* Estímulo incondicionado
- Elasticidad de la demanda, 247-251
- Elección con compromiso, 209
- Elecciones complejas, 208-215
- Emociones
 - conducta motivada y, 58-63
 - conducta provocada y, 58-63
 - reacciones emocionales y sus secuelas, 59-60
- Empirismo, 7
- Enfoque de las claves de configuración, 271
- Enfoque de los elementos del estímulo, 271

- Enfoque de proceso general, 22-25
 Engramas y condicionamiento palpebral, 77-78
 Ensayos
 ensayos de condicionamiento, 84
 ensayos de escape, 337
 ensayos de evitación, 337
 ensayos de prueba, 85
 número y espaciamento de, 316
 procedimientos de ensayo discreto, 148-149
 Ensayos de condicionamiento, 84
 Ensayos de escape, 337
 Ensayos de evitación, 337
 Ensayos de prueba, 85
 Ensombrecimiento, 267
 Entrenamiento de equivalencia de estímulos, 286-288
 Entrenamiento del comedero y moldeamiento, 151-152
 Entrenamiento del comedero, 151-152
 Entrenamiento discriminativo, 272-288
 conductas aprendidas en el, 279-282
 control por el estímulo y, 272-277
 discriminación intradimensional, 282
 efecto de cambio de pico, 282-285
 efectos sobre el control por el estímulo, 276-277
 entrenamiento de equivalencia de estímulos, 286-288
 interacciones entre E+ y E-, 282-285
 teoría de Spence de, 280-282
 variedad de posibles estímulos discriminativos, 277-279
 Entrenamiento por omisión, 155-157
 Equivalencia de clase, 287-288
 ERPE (efecto del reforzamiento parcial en la extinción), 323-327
 Eslabón de elección, 208-209
 Eslabón terminal, 209
 Especificidad de la entrada de la PLP, 394
 Establecimiento de la ocasión, 293, 296
 Estado satisfactorio de cosas, 236
 Estimación de la duración, 428
 Estimación de los intervalos, 427
 Estimulación contingente a la respuesta, 359-361
 Estimulación independiente de la respuesta, 359-361
 Estimulación repetida
 atención visual en bebés humanos y, 42-45
 efectos de la, 40-53
 en la conducta provocada, 40-53
 modulación y, 48-50
 respuesta de salivación y, 40-42
 respuesta de sobresalto y, 46-48
 sensibilización y, 48-50
 valoraciones hedónicas del sabor y, 40-42
 Estímulo apetitivo, 154, 317
 Estímulo aversivo, 154
 Método de introducción, 357-359
 Estímulo condicional (EC)
 como determinante de la forma de la RC, 118-119
 definición, 71
 efecto de la preexposición al EC, 305
 exposición al EC solo para la extinción de la conducta de evitación, 345-346
 intensidad, 106-107
 intervalo EC-EI, 84, 87
 notoriedad, 106-107
 relevancia EC-EI, 107-109
 Estímulo discriminativo, 274, 366
 Estímulo incondicionado (EI)
 aprendizaje sin un, 110-112
 como factor determinante de la RC, 113-114
 definición, 71
 devaluación del, 122
 efecto de preexposición al EI, 106
 intensidad del, 106-107
 intervalo EC-EI, 84, 87
 notoriedad del, 106-107
 relevancia EC-EI, 107-109
 Estímulo liberador, 37
 Estímulo provocador, 33
 Estímulo signo, 37
 Estímulo supranormal, 37
 Estímulos compuestos, 270-272, 318-320
 Estímulos orosensoriales, 70
 Estructura asociativa, 221-235
 Etología cognoscitiva, 377
 Evento modulador, 292
 Eventos molestos, 146
 Eventos satisfactorios, 146
 Evitación activa, 334
 Evitación de dos sentidos en la caja de vaivén, 338
 Evitación en la caja de vaivén, 338
 Evitación en un sentido, 338
 Evitación pasiva, 334
 Evitación señalada, 337-338
 Excitación contra modulación, 294-295
 Expectativa de la recompensa, 226-229
 Experimentos de pulsión adquirida, 342-343
 Extinción, 299-331
 amnesia retrógrada de, 412-414
 aprendizaje en, 320-327
 aprendizaje original y, 306-315
 asociaciones inhibitorias E-R y, 320-322
 de la conducta de evitación, 345-346
 de la excitación, 131
 de la inhibición, 131
 efecto del reforzamiento parcial, 325-327
 efectos de, 301-304
 efectos paradójicos de la recompensa en, 322-325
 estímulos compuestos para la, 318-320
 momento conductual y, 327-330
 número y espaciamento de los ensayos, 316
 optimización de los efectos de, 316-320
 recuperación espontánea y, 307, 317
 renovación de la excitación condicionada, 307-311, 317-318
 resistencia al cambio y, 327-330
 restablecimiento de la excitación condicionada, 311-314
 teoría de la frustración y, 326
 teoría secuencial y, 326-327
 Facilitación, 293, 296
 Falla de la consolidación, 414-416
 Fallas de recuperación, 406, 414-416
 Fatiga, 18
 Fatiga de la respuesta contra habituación, 52-53
 Festoneo de intervalo fijo, 192
 Función de descuento del valor, 211-213
 Función hiperbólica de decaimiento, 212
 Funciones de retroalimentación
 bucle de retroalimentación negativa, 114
 claves de retroalimentación de la terminación de la descarga, 177
 claves de retroalimentación de las señales de seguridad, 178
 programas y, 197
 Generalidad de la habituación y sensibilización, 50-51
 Generalidad de los tratamientos recordatorios, 408
 Generalización
 control por el estímulo y, 260-261, 263-264
 en el control por el estímulo, 260-262
 hacia nuevos casos, 441
 Generalización del estímulo, 260-261, 263-264
 Genética, 409-410
 Gradiente de generalización del estímulo, 261-262
 Gradiente de generalización excitatorio, 280
 Gradiente de generalización inhibitoria, 280
 Gradiente espacial, 398
 Habituación
 adaptabilidad de, 50-51
 adaptación sensorial contra, 52-53
 estimulación repetida y, 40
 fatiga de la respuesta contra, 52-53
 sensibilización y, 53-56
 teoría del proceso dual de, 53-56
 Hedonismo, 7
 Hipocampo, 340-341
 Hipótesis de codificación temporal, 89, 134
 Hipótesis de la discriminación, 325
 Hipótesis de la señal de seguridad, 351
 Hipótesis de privación de respuesta, 240-241
 Hipótesis del comparador del condicionamiento, 136-138
 Hipótesis del decaimiento de la huella, 384-385
 Hipótesis del desamparo aprendido, 176
 Hipótesis del tiempo relativo de espera, 134
 Homeostasis, 60, 114-118

- Igualación demorada a la muestra, 382-388
 - aprendizaje de reglas generales contra aprendizaje de reglas específicas en la, 387-388
 - determinantes procedimentales de, 384-387
 - estrategias de respuesta en la, 387
- Impedimento de la respuesta, 345-346
- Importancia adaptativa del aprendizaje, 20
- Infantes humanos
 - atención visual en, 42-45
 - condicionamiento palpebral en, 75
 - memoria en, 406-407
 - respuestas reflejas en, 34-36
- Inhibición condicionada, 129-130, 351-352
- Inminencia depredadora, 353-355
- Innatismo, 7
- Instinto, 38
- Inteligencia artificial, 16-17, 377
- Intensidad del EC y el EI, 106-107
- Interacciones de la respuesta, 228-229
- Interacciones entre E+ y E-, 282-285
- Interferencia asociativa, 106
- Interferencia proactiva, 411-412
- Interferencia retroactiva, 411-412
- Interneuronas, 34
- Intervalo de huella, 87
- Intervalo de retención, 380
- Intervalo D-D (descarga-descarga), 347
- Intervalo entre ensayos, 84
- Intervalo entre estímulos, 84, 87
- Intervalo R-D (respuesta-descarga), 347
- Inundación, 346
- Invarianza escalar, 429
- Laberinto de agua de Morris, 388-389
- Laberinto radial, 390-393
- Latencia de la conducta en laberintos, 149
- Latencia de la respuesta condicionada, 85
- Lenguaje americano de señas, 448
- Lesiones de la médula espinal, 179-181
- Ley de igualación, 200-207
 - conducta de elección y, 200-204
 - conducta humana compleja y, 204
 - maximización molar y, 206-207
 - maximización molecular y, 205-206
 - mecanismos de, 204-207
 - mejoramiento y, 207
 - programas de reforzamiento simple y, 203-204
 - sesgo de respuesta y, 202-203
 - tasas de reforzamiento y, 205
- Ley del efecto, 222-223
- Ley negativa del efecto, 369-370
- Maduración, 19
- Magnitud de la respuesta condicionada, 85
- Mapas cognoscitivos, 397-399
- Marcapasos, 433-434
- Maximización molar, 206-207
- Maximización molecular, 205-206
- Mecanismos de la memoria, 375-418
 - adquisición y el problema de la codificación del estímulo, 396-399
 - codificación prospectiva y, 399-402
 - códigos de navegación y, 397-399
 - en infantes humanos, 406-407
 - igualación demorada a la muestra, 382-388
 - laberinto de agua de Morris y, 388-389
 - laberinto radial y, 390-393
 - mapas cognoscitivos y, 397-399
 - memoria de referencia, 381-382
 - paradigmas de memoria animal, 379-393
 - potenciación de largo plazo y, 394-396
 - recuperación y, 406-408
 - retención y el problema del repaso, 402-405
- Mecanismos del condicionamiento clásico, 103-141
 - aprendizaje E-R contra aprendizaje E-E, 122-123
 - aprendizaje sin un estímulo incondicionado, 110-112
 - condicionamiento de orden superior, 110-111
 - efecto de bloqueo, 124-128
 - efecto de inhibición latente, 105
 - efecto de la preexposición al EC, 105
 - efecto de la preexposición al EI, 106
 - eficacia de los estímulos, 104-112
 - el EC como determinante de la forma de la RC, 118-119
 - el EI como factor determinante de la RC, 113-114
 - homeostasis y, 114-118
 - intensidad y notoriedad del EC y el EI, 106-107
 - modelo de condicionamiento de la tolerancia a las drogas, 117-118
 - modelo de Rescorla y Wagner, 126-132
 - modelo de sustitución del estímulo, 112-114
 - novedad de los estímulos, 105-106
 - precondicionamiento sensorial, 111-112
 - relevancia entre EC y EI, 107-109
 - respuesta condicionada y sistemas de conducta, 119-122
 - respuestas condicionadas compensatorias y, 118
 - respuestas iniciales a los estímulos, 104-105
- Mejoramiento, 207
- Memoria de referencia, 381-382
- Memoria de trabajo, 381-382
- Memoria espacial, 388-393, 421-423
- Modelo de desequilibrio, 240-241
- Modelo de desviación mínima, 244
- Modelo de Rescorla y Wagner, 126-132
 - extinción de la excitación y de la inhibición, 131
 - inhibición condicionada y, 129-130
 - para el efecto del bloqueo, 127-128
 - pérdida del valor asociativo y, 128-129
 - problemas con el, 131-132
- Modelo de sustitución del estímulo, 112-114
- Modelos atencionales del condicionamiento, 132-133
- Modelos de estimación temporal, 430-434, *véase también* Control temporal de la conducta
- Modificación secuencial, 263
- Modo de búsqueda focalizada, 39, 174
- Modo de búsqueda general, 39
- Modo de manejo e ingestión de la comida, 39
- Modulación
 - condicionamiento de configuraciones contra, 295-296
 - de la conducta provocada, 48-50
 - excitación contra, 294-295
- Moldeamiento, 151-153
- Momento conductual, 327-330
- Motivación
 - emociones y, 58-63
 - mecanismos de la, 219-255
 - postefectos oponentes y, 62-63
 - teoría del proceso oponente de, 60-63
- Naturaleza duradera de la PLP, 394
- Nervismo, 13
- Neurología funcional, 13-14
- Neuronas aferentes, 34
- Neuronas eferentes, 34
- Neuronas motoras, 34, 58
- Neuronas sensoriales, 34, 58
- Nivel conductual de análisis, 19-20
- Nivel de análisis de sistemas, 20
- Notoriedad del EC y el EI, 106-107
- Notoriedad del estímulo, 106-107
- Novedad de los estímulos, 105-106
- Olvido, 301, 411-416
- Olvido dirigido, 403-405
- Operante libre
 - conducta de evitación, 346-351
 - entrenamiento del comedero, 151-152
 - moldeamiento, 151-153
 - procedimientos, 149-154
 - tasa de respuesta como medida de la conducta operante, 153-154
- Organización secuencial, 38-40
- Orientación, 265-266
- Osciladores, 433-434
- PAM (patrones de acción modal), 36-38
- Paradigma del escape del temor (PET), 343
- Patrones de acción fija, 37
- Patrones de acción modal (PAM), 36-38
- Patrones de acción modal típicos de la especie, 36
- Pausa posreforzamiento, 190, 192
- Pausa previa a la razón, 190
- Pérdida del valor asociativo, 128-129
- Periodicidad de las respuestas interinas y terminales, 174
- Pertinencia, 107-109, 160-162
- Postefectos oponentes y motivación, 62-63
- Postergación, 192

- Potenciación de largo plazo (PLP), 394-396, 409-410
- Precondicionamiento sensorial, 111-112
- Preferencia condicionada de lugar, 289
- Prevención de respuesta, 346
- Principio de Premack, 236-240
- Principio de probabilidad diferencial, *véase* principio de Premack
- Probabilidad de la respuesta condicionada, 85
- Problema dibujo-palabra en la enseñanza de la lectura, 126
- Problemas de conducta, tratamiento de los, 156-157
- Procedimiento de control aleatorio, 86-87
- Procedimiento de elección directa, 210
- Procedimiento de ensayo único, 388
- Procedimiento de evitación discriminada, 337-338
- Procedimiento de marcado, 170
- Procedimiento de supresión del lengüeteo, 73
- Procedimiento del condicionamiento instrumental, 155
- Procedimiento pico, 428
- Procedimientos de ensayo discreto, 148-149
- Procedimientos del condicionamiento pavloviano excitatorio, 83-89
- Proceso de habituación, 53
- Proceso de sensibilización, 53
- Proceso primario, 60
- Programa de reforzamiento de intervalo fijo, 191-193
- Programa de reforzamiento de intervalo variable, 193-194
- Programa de reforzamiento de razón fija, 188-190, 192
- Programa de reforzamiento de razón variable, 190-191
- Programa de reforzamiento múltiple, 274
- Programas concurrentes, 198-207
- Programas de reforzamiento castigo y, 357, 362-367
- conducta de elección y, 187-197
- de reforzamiento intermitente, 187-197
- disponibilidad limitada y, 194
- extinción y, 323-327
- funciones de retroalimentación y, 197
- programa de intervalo fijo, 191-193
- programa de intervalo variable, 193-194
- programa de razón fija, 188-190, 192
- programa de razón variable, 190-191
- programa de reforzamiento múltiple, 274
- programas de intervalo, 191-197
- programas de razón, 187-191, 194-197
- reforzamiento de TER y, 196-197
- Programas de reforzamiento de intervalo, 191-197
- Programas de reforzamiento de razón, 187-191, 194-197
- Programas de reforzamiento encadenados concurrentes, 208-210
- Programas de reforzamiento intermitente, 187-197, 325
- Programas simples de reforzamiento, 203-204
- Prueba con estímulos compuestos, 94-96
- Prueba de retardo de la adquisición, 96
- Prueba de sumación, 94-96
- Prueba de transferencia pavloviano-instrumental, 227
- Pseudocondicionamiento, 86
- Punto de éxtasis conductual, 241-246
- Puntos de referencia, 397
- Quimioterapia y aversión condicionada a la comida, 81
- Rasgos geométricos, 398
- Razón de supresión, 73
- RC (respuesta condicional), 71, 118-119
- RDEE (reacciones de defensa específicas de la especie), 352-353
- RDO (reforzamiento diferencial de otra conducta), 156-157
- Reacciones de defensa específicas de la especie (RDEE), 352-353
- Reacciones y conducta defensiva, 38, 352-355
- REC (Respuesta emocional condicionada), 73, 367-368
- Receptor NMDA, 342, 394, 396
- Recompensa, *véase* Reforzamiento positivo
- Reconsolidación, 304-306, 414-416
- Reconsolidación de la memoria, 304-306, 416
- Recuerdos conflictivos, 407-408
- Recuperación, 380, 406-408
- Recuperación de alijos, 421-427
- Recuperación espontánea, 47, 55, 307, 317
- Reducción de la frecuencia de la descarga, 352
- Reflejo de oclusión respiratoria, 35
- Reflejos, 5, 9-11, 33-36
- Reflexividad, 288
- Reforzadores condicionados, 169
- Reforzadores instrumentales, 163-167
- Reforzadores secundarios, 169
- Reforzamiento
- controlabilidad de, 174-175, 177
- de aproximaciones sucesivas a la conducta final, 152
- de la conducta de evitación mediante la reducción de la frecuencia de la descarga, 352
- efectos en el control por el estímulo, 267-269
- ley de igualación y tasas de, 205
- programas intermitentes de, 187-215
- programas simples y ley de igualación, 203-204
- regulación conductual y, 244
- Reforzamiento accidental, 172
- Reforzamiento adventicio, 172
- Reforzamiento continuo (RFC), 188, 323
- Reforzamiento de tiempos entre respuestas, 196-197
- Reforzamiento diferencial de otra conducta (RDO), 156-157
- Reforzamiento negativo, 155
- Reforzamiento positivo
- como procedimiento de
- condicionamiento instrumental, 155
- y efectos del castigo, 357, 362-367
- y programas de reforzamiento, 185-215, 362-365
- Registro acumulativo, 188
- Reglas de la asociación, 8-9
- Regulación conductual, 235-253
- asignación de la respuesta y, 246-251
- conceptos económicos y, 246-251
- condicionamiento instrumental y, 235-253
- contingencia instrumental y, 242-244
- contingencias de reforzamiento y, 246
- contribuciones de, 252-253
- definición, 221
- demanda del consumidor y, 247-251
- efectos del reforzamiento y, 244
- hipótesis de la privación de respuesta y, 240-241
- principio de Premack y, 236-240
- problemas con la, 251-252
- punto de éxtasis conductual y, 241-246
- teoría de la respuesta consumatoria y, 236
- Relación causal, 168
- Relación respuesta-reforzador, 167-182
- Relaciones binarias, 292
- Relaciones condicionales, 292-296
- Relaciones jerárquicas E(R-C), 235
- Relaciones R-C y E(R-C), 223-226, 229-235
- Relevancia o pertinencia, 107-109, 160-162
- Renovación de la excitación condicionada, 307-311, 317-318
- Repaso, 402-405
- Resistencia al cambio, 327-330
- Respuesta a un ataque inminente, 355
- Respuesta amistosa y de cuidado, 355
- Respuesta condicionada compensatoria, 115-118
- Respuesta condicionada y sistemas de conducta, 119-122
- Respuesta condicional (RC), 71, 118-119
- Respuesta correspondiente, 33
- Respuesta de huida o ataque, 355
- Respuesta de salivación, 40-42
- Respuesta de sobresalto, 46-48
- Respuesta diferencial, 259-260
- Respuesta emocional condicionada (REC), 73, 367-368
- Respuesta incondicionada (RI), 71
- Respuesta instrumental, 151, 158-163, 269-270
- Respuesta operante, 149
- Respuestas condicionadas a las drogas, 115-116
- Respuestas condicionadas compensatorias, 118
- Respuestas interinas, 172, 174
- Respuestas terminales, 172, 174
- Restablecimiento de la excitación condicionada, 311-314
- Retención, 402-405
- Revolución cognoscitiva, 222, 376

- RFC (reforzamiento continuo), 188, 323
 RI (respuesta incondicionada), 71
 Ritmos circadianos, 433-434
 Robótica, 16-17, 377
- (SGP) sustancia gris periacueductal, 342
 Secreciones psíquicas, 69-70
 Seguimiento de la señal, 397
 Seguimiento de señales, 79-80
 Señal de olvido (señal-O), 403, 405
 Señal de seguridad, 351-352
 Señal-O (señal de olvido), 403, 405
 Señales interoceptivas, 116, 278
 Sensibilidad táctil, 49
 Sesgo de respuesta, 202-203
 Sílabas sin sentido, 8
 Simetría, 288
 Simulaciones computarizadas del aprendizaje, 28-29
 Síntesis de proteínas, 304-306, 409
 Sistema de estado, 54
 Sistema E-R, 54
 Sistemas de respuesta bidireccional, 93-94
 Sobrecorrección, 357
 Sobreigualación, 202-203
 Subigualación, 202-203
 Sueño y control por el estímulo, 275
 Supresión condicionada, 73
 Sustancia gris periacueductal (SGP), 342
- Tasa de reforzamiento, 328
 Tasa de respuesta, 153-154
 Tasa de respuesta, 189, 199
 Tasa local de respuesta, 207
- Tasa relativa de respuesta, 199
 Técnica del modelo rival, 449
 Temor, *véase también* conducta de evitación
 condicionamiento clásico y, 72-75, 317
 extinción de, 301, 308-310
 inhibición condicionada y, 351-352
 medición de, 343-345
 respuesta de sobresalto y, 49-50
 restablecimiento de, 312-314
 Tensión de razón, 190
 Teoría conductual de la estimación temporal, 432-433
 Teoría de estimación de la tasa, 134-135
 Teoría de la evitación del castigo, 368-369
 Teoría de la expectativa escalar (TEE), 431-432
 Teoría de la frustración, 326
 Teoría de la respuesta consumatoria, 236
 Teoría de los dos procesos de la evitación, 338-339, 350-351
 del condicionamiento instrumental, 227-228
 Teoría de los rasgos, 442-443
 Teoría de los sistemas de conducta, 162-163
 Teoría de Spence del entrenamiento discriminativo, 280-282
 Teoría del proceso dual de la habituación, 53-56
 Teoría del proceso oponente, 60-63
 después de la exposición prolongada al estímulo, 61-62
 durante la exposición inicial al estímulo, 61
- postefectos y motivación, 62-63
 Teoría secuencial, 326-327
 TEPT (trastorno de estrés postraumático), 37, 177
 Terapia
 conductual, 241-246, 263-264
 implosiva, 346
 para la conducta autolesiva, 156-157
 por exposición, 301, 316
 Terapia implosiva, 346
 Terapia por exposición, 301, 316
 Tiempo entre respuestas (TER), 196-197
 Tiempo fuera, 357
 Tolerancia a las drogas, 59, 117-118
 Transferencia instrumental, 228-229
 Transitividad, 288
 Trastorno de estrés postraumático (TEPT), 37, 177
 Trastornos alimentarios y aversión condicionada a la comida, 81
 Trato ético hacia los animales, 27-28
 Trato humanitario a los animales, 27
- Ultrasonidos, 265
 Uso de herramientas en animales no humanos, 445-447
 Uso de la "gramática" en los grandes simios, 451-454
- Valoraciones hedónicas del sabor, 40-42
 Variabilidad de la respuesta, 158
véase también Respuestas interinas y respuestas terminales
 Velocidad de la carrera, 149

**Cuaderno de trabajo correspondiente
al libro de Michael Domjan,
Principios de aprendizaje y conducta, 6a. edición**

Mark A. Krause
Southern Oregon University

Contenido

Prefacio		v
Capítulo 1	Introducción	1
	Perspectivas históricas	1
	Definición del aprendizaje	3
	Terminología experimental	8
	Cómo leer y elaborar gráficas	10
Capítulo 2	Conducta provocada, habituación y sensibilización	13
	Patrones de acción modal	13
	Habituación y sensibilización	17
	Teoría motivacional del proceso oponente	24
Capítulo 3	Condicionamiento clásico: fundamentos	25
	La terminología y el paradigma del condicionamiento clásico	25
	Procedimientos del condicionamiento excitatorio	32
	Diagramación y diseño de experimentos en el condicionamiento clásico	35
Capítulo 4	Condicionamiento clásico: mecanismos	40
	Eficacia del EC y el EI	40
	Determinantes de la respuesta condicionada	48
	Mecanismos de la asociación de EC y EI	51
Capítulo 5	Condicionamiento instrumental: fundamentos	55
	Comparación del condicionamiento instrumental y el condicionamiento clásico	55
	Procedimientos de ensayo discreto y operante libre	58
	Moldeamiento	61
	Procedimientos del condicionamiento instrumental	63
	Relaciones entre respuesta y reforzador	66
Capítulo 6	Programas de reforzamiento y conducta de elección	70
	Registros acumulativos de la respuesta	70
	Programas simples de reforzamiento intermitente	73
	Programas, elección y la ley de igualación	79
	Autocontrol y descuento del valor	82
Capítulo 7	Condicionamiento instrumental: mecanismos motivacionales	86
	La estructura asociativa del aprendizaje instrumental	86
	Regulación conductual	92
Capítulo 8	Control de la conducta por el estímulo	99
	Medición del control por el estímulo	99
	Factores del estímulo y la respuesta	103
	Factores de aprendizaje en el control por el estímulo	104

Capítulo 9	Extinción de la conducta condicionada	109
	La extinción y el aprendizaje original	109
	Optimización de los efectos de la extinción	114
	¿Qué se aprende en la extinción?	115
Capítulo 10	Control aversivo: evitación y castigo	119
	Conducta de evitación	119
	Castigo	124
Capítulo 11	Cognición comparada I: mecanismos de la memoria	130
	Definición de la cognición comparada	130
	Paradigmas de memoria	132
	Mecanismos de la memoria	135
	Olvido	136
Capítulo 12	Cognición comparada II: temas especiales	137
	Almacenamiento y recuperación de la comida	137
	Estimación temporal	139
	Aprendizaje de relaciones seriales	143
	Lenguaje	144
Referencias		147

Prefacio

En su curso de aprendizaje encontrará una profusión de términos, conceptos y teorías que se han desarrollado durante la larga historia de esta disciplina. Organizar este material y darle sentido resulta un reto, pero usted recogerá las recompensas que acompañan a la comprensión del complejo proceso de aprendizaje. Este cuaderno de trabajo está diseñado para ayudarlo a mejorar y afirmar su conocimiento de la psicología del aprendizaje.

Para los estudiantes que están tratando de entender los fundamentos básicos del campo resultará difícil organizar la gran cantidad de información que es común encontrar en la mayor parte de los cursos de aprendizaje. Es probable que el curso de aprendizaje que está llevando incluya conferencias de su profesor, análisis y demostraciones hechas en clase, tareas en las que debe usar el programa de Sniffy, la rata virtual y, en algunos casos la oportunidad de trabajar en el laboratorio. Este cuaderno de trabajo le ofrece otra forma activa y práctica de estudiar el aprendizaje.

Es importante que se involucre activamente con el material a medida que encuentre los términos y conceptos del aprendizaje. Además de facilitar el aprendizaje activo y práctico, este cuaderno de trabajo incluye un capítulo que coincide con el material de cada capítulo del texto, *Principios de aprendizaje y conducta*, 6a. edición, de Michael Domjan. El cuaderno de trabajo no es una alternativa resumida del texto, por lo que no es conveniente que trate de realizar ninguno de los ejercicios antes de leer el capítulo pertinente del texto. Es recomendable que primero lea con cuidado cada capítulo del texto antes de tratar de realizar los ejercicios correspondientes del cuaderno de trabajo. No se dedica mucho tiempo ni espacio a reiterar la información antecedente del texto. Sin embargo, una vez que haya leído el texto, los términos y conceptos presentados en los ejercicios le resultarán familiares. Constantemente se hace referencia a las páginas del texto para refrescarle la memoria sobre los temas específicos que se revisan. En este cuaderno de trabajo no fue posible abarcar *todos* los términos y conceptos de su texto, lo cual no implica que parte del material de su libro no sea importante.

Los ejercicios presentados en los siguientes capítulos adoptan distintas formas. Muchos están diseñados para reflejar la forma con la cual se estudia el aprendizaje. Por ejemplo, dado que la investigación sobre el aprendizaje implica hacer experimentos frecuentes en sujetos humanos y no humanos, muchos de los ejercicios le piden que diseñe experimentos. También va a trabajar con algunos conjuntos pequeños de datos de experimentos reales e hipotéticos. Muy a menudo se le pedirá que utilice gráficas para ilustrar y resumir los resultados de los experimentos. Esto le permitirá imaginarse con más claridad los conceptos sobre los que está aprendiendo y lo alentará a pensar con cuidado en el material.

Algunos de los ejercicios de este cuaderno le piden que aplique ciertos conceptos a sus propias experiencias. Por ejemplo, la terminología del condicionamiento clásico a menudo resulta confusa para los estudiantes, de modo que se presentan ejercicios que le permitirán aplicar esos términos a nuevas situaciones. Muchos de los problemas del cuaderno de trabajo incluyen ejercicios. Además, el cuaderno incluye algo denominado “preguntas conceptuales”. Esas preguntas por lo general le piden que describa en detalle y aplique las ideas y teorías presentadas en el texto.

Su profesor puede pedirle que use el programa Sniffy, la rata virtual (versión 2.0). A lo largo del cuaderno se incluye un ícono



que lo enlaza a los ejercicios y a los números de página correspondiente en su manual de Sniffy. El propósito de ello es coordinar los ejercicios de Sniffy con su libro de texto y su cuaderno de trabajo.

El estudio de la psicología del aprendizaje es una empresa muy gratificante. Las teorías del aprendizaje son fundamentales para el área de la psicología y se aplican a todos sus campos. También existen muchas aplicaciones prácticas del aprendizaje, de los escenarios educativos a los terapéuticos. Algo que sabemos, como psicólogos y como estudiantes, es que el aprendizaje implica *hacer*. En ocasiones esto significa buscar información fuera de su libro de texto. Por consecuencia, espero que los ejercicios de este cuaderno de trabajo le resulten de utilidad y que faciliten su aprendizaje sobre lo que se aprende.

Por último, quiero agradecer al autor del texto, Michael Domjan, la invitación a escribir este cuaderno y la ayuda que me brindó para desarrollar muchos de los ejercicios.

Mark A. Krause
Southern Oregon University

CAPÍTULO 1

Introducción

El primer capítulo de su texto pretende orientarlo hacia las preguntas básicas que se plantean los psicólogos y las perspectivas teóricas que adoptan los investigadores contemporáneos acerca del aprendizaje. Empezaremos este cuaderno de trabajo con varios ejercicios que se basan en el **capítulo 1**. Primero le planteamos algunas preguntas acerca de temas como el asociacionismo, la neurología funcional y el modelo de sistemas (**sección 1.1**). Luego de esta serie de preguntas se presenta un conjunto de ejercicios que le ayudarán a aclarar su definición del aprendizaje (**sección 1.2**). Nuestro conocimiento del aprendizaje se deriva de manera casi exclusiva de experimentos cuidadosamente diseñados. La familiaridad con los términos y conceptos asociados a la metodología experimental resulta esencial para entender el material del texto. Las **secciones 1.3 y 1.4** lo ayudarán a repasar su conocimiento de conceptos experimentales comunes, así como con la elaboración de gráficas y la interpretación de los resultados.

Después de completar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Describir el concepto de asociación y aplicarlo a ejemplos.
- Entender el papel de la neurología funcional en el estudio del aprendizaje.
- Distinguir entre cambios en la conducta que se deben al aprendizaje y los que se deben a otros procesos como fatiga, maduración y motivación.
- Identificar y aplicar la terminología básica asociada con el método experimental.
- Comprender y elaborar gráficas claras e interpretables.

1.1 Perspectivas históricas

Preguntas conceptuales

- 1) Describa un ejemplo de alguna asociación que haya establecido entre dos estímulos de su experiencia cotidiana. ¿Cuál es el estímulo provocador? ¿Qué recuerdo es activado por el estímulo? ¿Esta asociación se basa en el aprendizaje? ¿Cuál es la evidencia que lo demuestra?

- 2) ¿Cuáles eran las leyes de la asociación de Aristóteles? En el ejemplo de una asociación que describió en la pregunta anterior, ¿qué ley aristotélica se aplica? ¿Cómo?
- 3) ¿Qué es la neurología funcional? ¿Por qué son relevantes para ella los estudios del aprendizaje?
- 4) ¿Cuáles son las características esenciales de un modelo de sistema (**página 14**) diseñado para representar otras especies o situaciones?

1.2 Definición del aprendizaje

Una de las características que definen al aprendizaje es el hecho de que la conducta cambia como resultado de la experiencia. Sin embargo, esa característica por sí sola no distingue las conductas aprendidas de los cambios que resultan de otros procesos como la fatiga, la maduración o los estados motivacionales o fisiológicos. Quizá le sea útil revisar las **páginas 17 a 19** de su texto antes de completar este ejercicio. Primero, debemos repetir la definición de aprendizaje de su texto:

... un cambio duradero en los mecanismos de la conducta que involucra estímulos y/o respuestas específicos y que es resultado de la experiencia previa con esos estímulos y respuestas o con otros similares (p. 17).

Preguntas conceptuales

1) ¿Cómo distingue la definición de aprendizaje, antes citada, entre los cambios debidos al aprendizaje y los cambios debidos a la fatiga o la motivación?

2) ¿Cómo distingue la definición entre aprendizaje y maduración?

3) ¿Qué es el desempeño? ¿Cómo distingue la definición de aprendizaje entre aprendizaje y desempeño?

4) ¿Qué aspecto de la definición hace al aprendizaje un mecanismo causal?

1.2.2 Aplicación de la definición. A continuación se presentan las descripciones de 10 diferentes conductas que implican cambio. Su tarea será identificar las situaciones en que ha ocurrido aprendizaje a diferencia de otros procesos. Encierre en un círculo la opción que prefiera y explique su elección. Algunos procesos alternativos podrían incluir maduración y cambio físico, influencias motivacionales, cambio genético o solución de problemas por insight.

1) Una rata es colocada en un laberinto en T. El brazo izquierdo del laberinto es claro y el brazo derecho es oscuro. Al final de la parte oscura del laberinto hay comida. En los primeros 20 ensayos la rata entra a la parte oscura en 10 de los ensayos. En el siguiente bloque de 20 ensayos, la rata entra a la parte oscura en todos ellos. ¿El cambio conductual entre los primeros 20 ensayos y el segundo grupo de 20 ensayos se debe al aprendizaje?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 2)** Los bebés dependen del reflejo de búsqueda para iniciar el amamantamiento. Cuando los bebés son destetados y dejan de mostrar el reflejo de búsqueda, ¿la pérdida de este reflejo se debe al aprendizaje?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 3)** Un grupo de gatos observaron a sus madres matar ratones desde temprana edad y más tarde mataron ratones cuando tuvieron la oportunidad de hacerlo. La probabilidad de matar ratones fue mucho menor en otros gatos que no observaron a sus madres hacerlo. ¿Los gatos aprenden el “instinto de matar”?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 4)** Un bebé hace la transición entre gatear y caminar. ¿La transición se debe al aprendizaje?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 5)** Usted compite contra una computadora en un juego de video. Durante los 20 juegos iniciales la computadora responde a sus movimientos de manera aleatoria. En los 20 juegos finales la computadora responde a sus movimientos usando la información basada en los primeros 20 juegos. ¿Aprendió la computadora?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 6)** Jeb se sienta en su cubículo a mecanografiar reportes a un promedio de 20 palabras por minuto. A medida que el día avanza, su productividad se incrementa a 45 palabras por minuto hasta que termina el trabajo asignado. ¿El incremento en su productividad se debe a que aprendió a mecanografiar más rápido?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 7)** Una planta orienta la superficie de sus hojas hacia la luz solar para facilitar la fotosíntesis. ¿Aprendió la planta?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 8)** Un chimpancé se sienta en su jaula en la que dispone de una vara larga, un cajón de madera y un plátano colocado fuera del alcance del chimpancé. Después de una hora de mirar fijamente el plátano, el cajón y la vara, el chimpancé coloca el cajón debajo del plátano, se para sobre el cajón y jala el plátano hacia la jaula con la vara. Suponiendo que el chimpancé no ha utilizado antes una vara larga o un cajón de esta forma, ¿sería éste un ejemplo de aprendizaje?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 9)** George trabaja horas extra la noche anterior a presentar el Examen de Ingreso al Posgrado. Su calificación verbal-cuantitativa combinada es 950 de 1600. George repite el examen la semana siguiente después de dormir toda la noche y su calificación es de 1190. ¿El aumento en su calificación se debe al aprendizaje?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

- 10)** El sonido de la descarga del inodoro indicaba un cambio importante en la temperatura del agua de la ducha en el viejo edificio de departamentos donde John vivía. El resultado fue que después de ducharse unas cuantas veces en ese departamento, John saltaba ante el sonido del inodoro. Un plomero arregló el problema y la respuesta de saltar disminuyó en el curso de dos semanas. ¿Se aprendió la respuesta de saltar?

a. Sí

b. No

c. Quizá

Justifique su respuesta.

Preguntas conceptuales

- 1) En la **página 21**, el autor afirma que el aprendizaje sólo puede entenderse llevando a cabo experimentos. ¿A qué se debe que el estudio del aprendizaje requiera experimentación?

- 2) Describa una experiencia personal que constituya un caso de aprendizaje. ¿Cómo puede estar seguro de que es un ejemplo de aprendizaje y no de algún otro proceso?

1.3 Terminología experimental

A lo largo del texto leerá los detalles de algunos experimentos esenciales que se relacionan con las teorías y conceptos del condicionamiento y el aprendizaje. El propósito de esta sección es refrescar su memoria de algunos de los términos y conceptos asociados con los experimentos. El recuadro 1.3 menciona algunos de esos términos.

Recuadro 1.3 Términos clave en los métodos experimentales

Variable independiente (VI). La variable(s) controlada y manipulada por el experimentador.

Variable dependiente (VD). La respuesta medida por un experimentador para determinar si la variable independiente fue eficaz.

Variable extraña o de confusión. Variable no controlada que ocasiona cambios sistemáticos en la variable dependiente.

Grupo experimental. El grupo expuesto a la variable independiente.

Grupo control. El grupo comparado con el grupo experimental que no es expuesto a la variable independiente.

1.3.1 En cada ejemplo presentado a continuación, identifique la VI y la VD en el estudio descrito. Identifique algunas posibles variables extrañas que quizá sea necesario controlar. (Nota: un estudio puede tener más de una VI y más de una VD.)

- 1) Un psicólogo examinó la forma en la cual diferentes cantidades de una recompensa alimenticia influían en la frecuencia con que las ratas presionaban una palanca.

VI:

VD:

¿Posibles variables extrañas para controlar?

- 2)** Un neurocientífico conductual examinó los efectos de un fármaco en el desempeño de recorrer un laberinto de 10 ratas hembra, extraídas de una cepa de animales criada para mostrar eficiencia en el aprendizaje espacial y la memoria.

VI:

VD:

¿Posibles variables extrañas para controlar?

- 3)** Un psicólogo aplicado probó si diferentes fondos en la pantalla de la computadora influían en la productividad de los oficinistas.

VI:

VD:

¿Posibles variables extrañas para controlar?

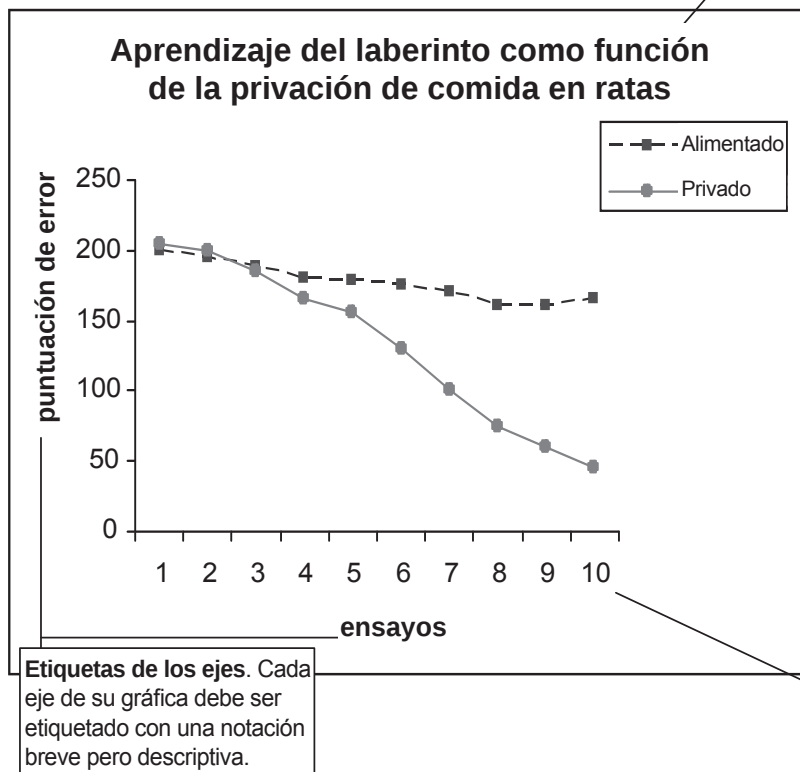
1.4 Cómo leer y elaborar gráficas

A lo largo del texto encontrará muchas figuras que constan de gráficas en las que se reportan importantes resultados experimentales. Los experimentos sobre el aprendizaje suelen implicar variables dependientes que arrojan valores numéricos como tiempo o frecuencia. El uso de gráficas es una manera eficaz de revelar los efectos de una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes. Muchos de los ejercicios en este cuaderno de trabajo le piden que grafique e interprete datos. El propósito de esta sección es brindarle algo de práctica en la lectura, interpretación y elaboración de gráficas.

1.4.1 Lectura de gráficas. Considere un ejemplo sencillo de alguna de las primeras investigaciones sobre el aprendizaje realizadas por Tolman y Honzik (1930). Dos grupos de ratas corrieron por un laberinto para recibir comida. La variable dependiente era el número de ocasiones en que la rata cometía errores, como entrar en los pasillos equivocados del laberinto. La variable independiente era la privación de comida. Un grupo de ratas fue privado de alimento al inicio del experimento y el otro fue alimentado antes de iniciar el experimento, por lo que no tenía hambre. A continuación se presentan algunos datos hipotéticos generados por los dos grupos de ratas. Los números en las celdillas representan la cantidad de errores cometidos al recorrer el laberinto.

Ensayo	Grupo alimentado	Grupo privado de alimento
1	200	205
2	194	200
3	188	185
4	180	165
5	179	156
6	175	130
7	170	100
8	160	75
9	161	60
10	165	45
Promedios totales	177.2	132.1

Los promedios de ambos grupos sugieren que el grupo que fue privado de comida cometió menos errores en este experimento. Sin embargo, en la investigación sobre el aprendizaje es frecuente que nos interese examinar el *patrón* de los resultados además de los efectos generales. Por consiguiente, deberíamos graficar los resultados utilizando una gráfica lineal.



Título. El título de su gráfica debe ser conciso pero lo bastante descriptivo para que el lector pueda interpretar los contenidos. Un título mal escrito puede producir malas interpretaciones en el lector.

Leyenda. Muchas gráficas que involucran a más de un grupo presentan los datos por separado. La leyenda sirve como una referencia que permite al lector identificar el resultado de cada grupo en el experimento. La notación y los símbolos empleados deben ser lo suficientemente distintos para poder identificar los grupos con claridad en la gráfica.

Escala de los ejes. Tanto el eje de las X como el eje de las Y deben incluir la escala numérica apropiada.

Existen muchas otras formas de graficar los datos, como las gráficas de barras, las cuales serán utilizadas en los capítulos posteriores. También en esos casos se aplican las mismas directrices generales mencionadas para la gráfica anterior. Las gráficas son un rasgo importante del reporte de investigación. También es importante su interpretación de la gráfica. Esa interpretación se escribe en el cuerpo del texto y debe incluir afirmaciones acerca de la manera en que la variable independiente afectó a la variable dependiente. Por ejemplo:

La privación de comida influyó en la tasa con que ocurrió el aprendizaje del laberinto. En el curso de 10 ensayos, las ratas que fueron privadas de alimento cometieron menos errores al recorrer el laberinto que las ratas que fueron alimentadas.

1.4.2 Elaboración de gráficas. Aquí vamos a practicar la elaboración de una gráfica con los elementos ya mencionados. Suponga que se enseñó a dos chimpancés a usar el lenguaje americano de señas usando métodos diferentes. A un chimpancé se le alentó a imitar a una persona que hacía las señas en su presencia (imitación). Un segundo chimpancé aprendió las señas con la ayuda de una persona que las moldeó colocando las manos del animal en la forma correcta y moviéndolas de la manera apropiada (moldeamiento). Los datos que se presentan a continuación resumen el número acumulativo de señas aprendidas por cada chimpancé en el curso de ocho semanas.

Semana	Imitación	Moldeamiento
1	2	3
2	5	6
3	6	8
4	8	11
5	12	19
6	14	23
7	15	27
8	19	31

- 1) Grafique esos datos en los ejes presentados abajo.
- 2) Asegúrese de escalar y etiquetar los ejes y de incluir un título en la parte superior.
- 3) Escriba una interpretación abajo de su gráfica.

Título

Interpretación

CAPÍTULO 2 Conducta provocada, habituación y sensibilización

Este capítulo le presenta algunas categorías básicas de conducta, como los reflejos, y algunos procesos simples para cambiar la conducta conocidos como habituación y sensibilización. La **sección 2.1** profundiza en el concepto de patrón de acción modal (PAM) descrito en la **página 36** del texto. Luego se presentan ejercicios diseñados para ayudarlo a identificar algunos factores que influyen en las tasas de la habituación y la sensibilización (**sección 2.2**). Para concluir se presenta un ejercicio práctico en el que aplicará a sus experiencias la teoría del proceso oponente de la emoción y la motivación (**sección 2.3**).

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Identificar ejemplos de los patrones de acción modal.
- Aplicar los conceptos de la etología a distintos ejemplos de conducta.
- Definir y aplicar los conceptos de respuesta apetitiva y consumatoria.
- Reconocer diversos factores que influyen en la medida en que las respuestas se habitúan y se sensibilizan.
- Imaginar cómo funciona la teoría del proceso dual.
- Aplicar la teoría del proceso oponente de la motivación y la emoción.

2.1 Patrones de acción modal

El texto revisa el concepto de los patrones de acción modal (PAM). En la **página 36** se describen varios ejemplos de estos patrones en la conducta animal. Por ejemplo, las gaviotas argéneas usan el pico para regresar los huevos que rodaron del nido usando una serie de movimientos relativamente estereotipada. Esta respuesta tiene valor adaptativo. Es claro que la *no* realización de esta conducta pone en riesgo el éxito reproductivo de las aves. El concepto de patrón de acción modal proviene de la etología, una disciplina que se enfoca en la importancia biológica y evolutiva del comportamiento. Uno de los principales defensores de la etología, Niko Tinbergen (1963), identificó cuatro enfoques fundamentales que adoptan los etólogos cuando estudian la conducta. Estos enfoques son:

- Adaptación (valor de supervivencia): se enfoca en la manera en que la conducta influye en la supervivencia y el éxito reproductivo. La investigación en esta área por lo general busca una conexión directa entre la conducta y su impacto en la supervivencia de los individuos y sus vástagos.
- Causalidad: se enfoca en los procesos neurológicos y fisiológicos que subyacen a la conducta y la controlan.
- Desarrollo (ontogenia): se enfoca en los cambios conductuales debidos a procesos como maduración, experiencia temprana y aprendizaje.
- Evolución: examina las semejanzas y diferencias en la conducta entre especies.

En el material del texto encontrará cada uno de esos cuatro enfoques. El siguiente ejercicio le ayudará a distinguirlos.

2.1.1 Utilice las descripciones de los cuatro temas etológicos presentados arriba para identificar cuál de los cuatro se aplica en cada uno de los siguientes ejemplos basados en investigaciones publicadas.

- 1) Peter Marler estudió la forma con la cual los polluelos adquieren sus cantos al escuchar a los miembros de su propia especie. **Respuesta:** _____

- 2) Konrad Lorenz estudió las diferentes señales a las que responden los ansarinos recién salidos del cascarón cuando se improntaron con su madre (o con el propio Lorenz, como descubrió durante su trabajo con estas aves). **Respuesta:** _____

- 3) Esther Cullen comparó la anidación y la conducta social de las gaviotas tridáctidas (*Rissa tridactyla*) que anidan en los acantilados con la anidación y conducta social de las gaviotas argénteas (*Larus argentatus*) que anidan en playas abiertas.
Respuesta: _____

- 4) Martha McClintock demostró que la cohabitación de mujeres en los dormitorios universitarios tienen como resultado la sincronía menstrual, en la que probablemente interviene una señal olfativa. **Respuesta:** _____

- 5) Karl von Frisch describió un experimento sobre el “lenguaje” que usan las abejas para dirigir a otras abejas del panal hacia las fuentes de alimento. Von Frisch examinó los diferentes movimientos hechos por las abejas que indicaban la dirección, distancia y calidad de la fuente alimenticia de modo que las compañeras del panal que observaran esos movimientos pudieran localizar la comida. **Respuesta:** _____

- 6) Howard Evans comparó varias estrategias que utilizan diferentes especies de avispas para acarrear la presa. **Respuesta:** _____
- 7) Harry Harlow examinó los efectos de la privación materna en el apego y la conducta social de los infantes. **Respuesta:** _____
- 8) Erich von Holst examinó la forma en que diferentes regiones del cerebro controlan los órganos periféricos. **Respuesta:** _____
- 9) Robert Provine estudió las características faciales específicas que provocan el bostezo contagioso, un patrón de acción modal. **Respuesta:** _____
- 10) Niko Tinbergen demostró que las gaviotas retiran de sus nidos los cascarones rotos, que son fácilmente visibles por los depredadores, lo cual incrementa las tasas de supervivencia de sus crías. **Respuesta:** _____

2.1.2 Organización secuencial de la conducta. Muchos científicos conductuales distinguen entre las respuestas apetitivas y las respuestas consumatorias (**página 39**). Revise primero esos conceptos en el texto; posteriormente considere la secuencia de conductas requeridas para que una serpiente de cascabel encuentre a su presa. En la secuencia que se presenta a continuación, identifique para cada fase de la secuencia si la conducta es del tipo apetitivo o consumatorio. En cada caso, encierre en un círculo una de las opciones.

- 1) La serpiente de cascabel se desplaza nueve metros a un lugar donde antes ha encontrado comida.
Apetitiva Consumatoria
- 2) La serpiente se arrastra sobre los troncos caídos donde descubrió su última comida.
Apetitiva Consumatoria
- 3) La serpiente empieza a buscar una presa moviendo la lengua.
Apetitiva Consumatoria
- 4) La serpiente se arrastra al interior de la madriguera en búsqueda de una presa y no encuentra ninguna.
Apetitiva Consumatoria

- 5) La serpiente se enrosca en la parte superior de una masa de hojas en un área sombreada.

Apetitiva Consumatoria

- 6) La serpiente ataca a un roedor que iba pasando y le inyecta veneno.

Apetitiva Consumatoria

- 7) La serpiente se desplaza mientras mueve la lengua para localizar al roedor que agoniza a tres metros de distancia.

Apetitiva Consumatoria

- 8) La serpiente abre la quijada y hace maniobras para tragar al roedor

Apetitiva Consumatoria

- 9) La serpiente traga al roedor

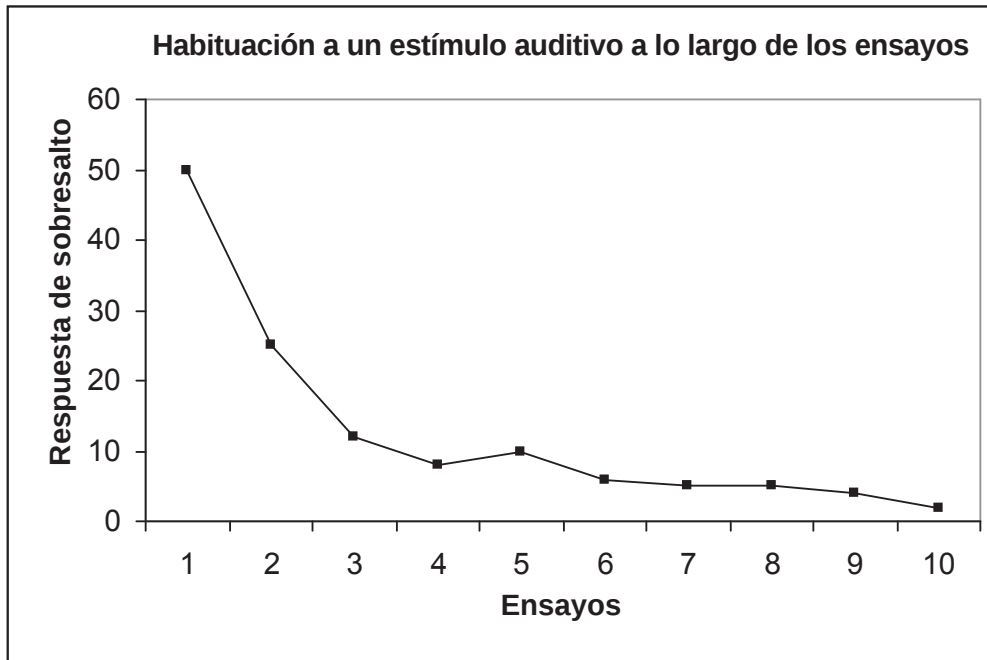
Apetitiva Consumatoria

- 10) La serpiente extiende la región del cuello y el estómago para provocar que el roedor pase al tracto digestivo.

Apetitiva Consumatoria

2.2 Habituaación y sensibilización

La exposición a un estímulo puede causar habituación (una disminución en la respuesta) o sensibilización (un incremento en la respuesta). Los procesos básicos de habituación y sensibilización se describen a partir de la **página 40** del texto. Sería conveniente que revisara esas páginas antes de realizar los ejercicios que se presentan a continuación. En esos ejercicios vamos a explorar algunos factores que influyen en cuanto si ocurre habituación o sensibilización. A continuación se presenta una figura que describe una disminución de la respuesta de sobresalto en el curso de 10 ensayos.



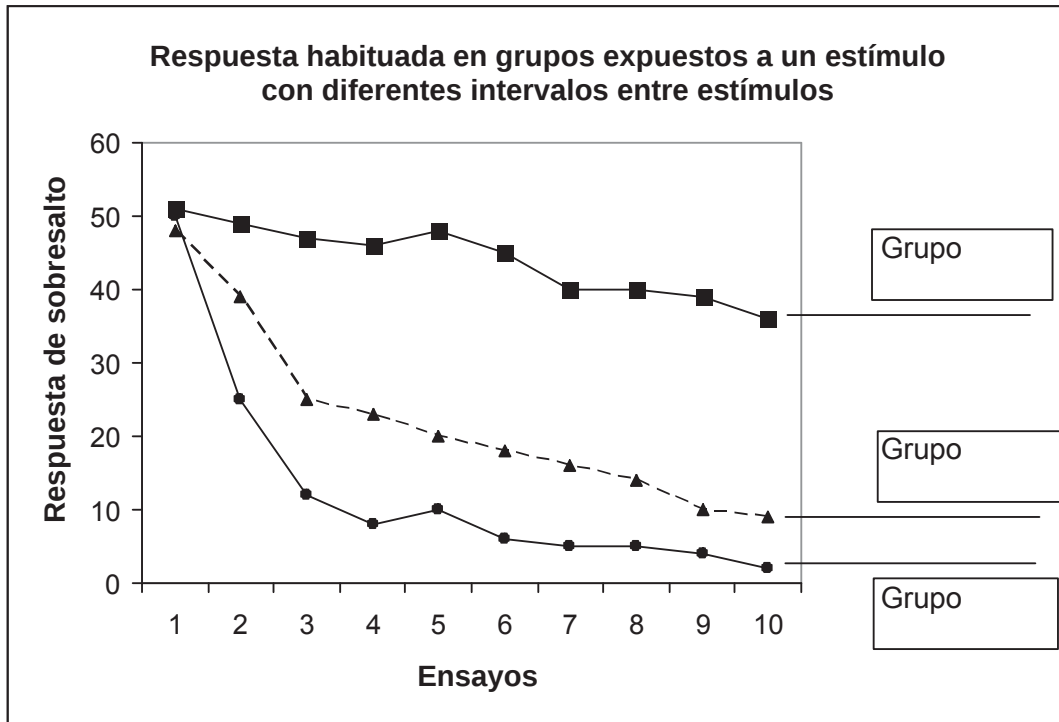
2.2.1 Factor #1: el intervalo entre estímulos. Un factor que influye en el grado en que ocurre la habituación es el tiempo que transcurre entre una presentación del estímulo y la siguiente. Como regla general, un intervalo más largo entre las presentaciones del estímulo da por resultado tasas más lentas de habituación. Por ejemplo, si usted escucha una nueva canción, cinco veces seguidas en un día, la habituación será más marcada que si escucha la canción una vez al día durante cinco días. Con esto en mente, vea las curvas de habituación que se presentan abajo. Imagine que se llevó a cabo un experimento de habituación con tres grupos:

Grupo 1: fue expuesto al estímulo novedoso durante cinco segundos, una vez por minuto

Grupo 2: fue expuesto al estímulo novedoso durante cinco segundos, una vez por hora

Grupo 3: fue expuesto al estímulo novedoso durante cinco segundos, una vez por día

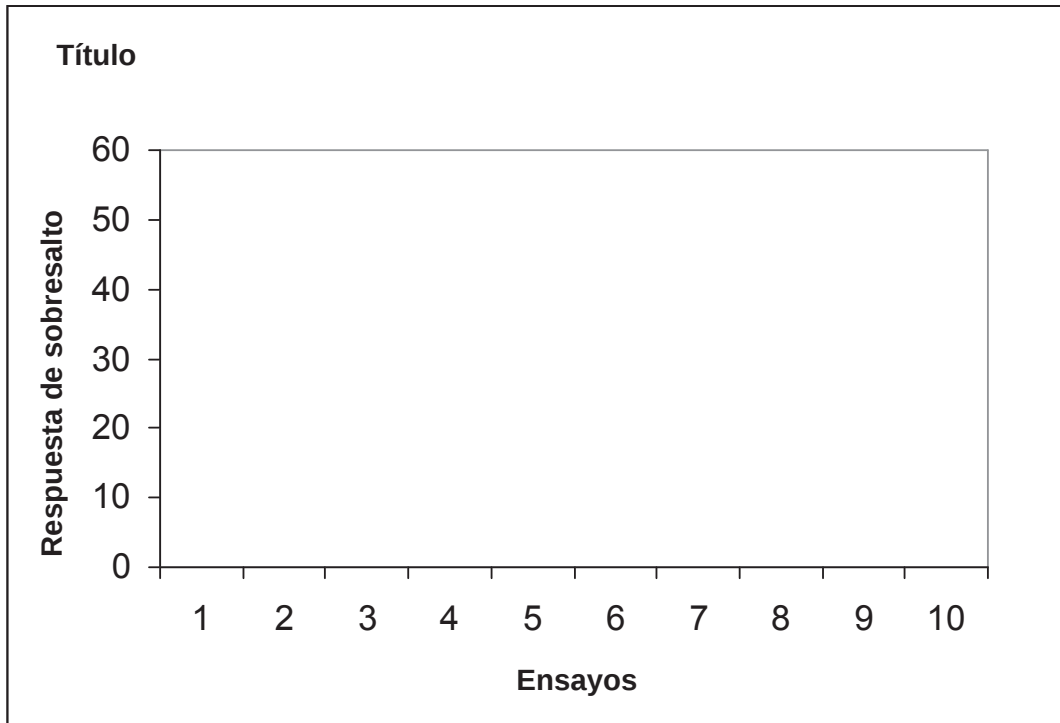
La gráfica que se presenta a continuación muestra los datos hipotéticos de los tres grupos a lo largo de 10 ensayos de presentación del estímulo. Especifique en la gráfica qué curva representa el resultado probable para cada uno de los tres grupos.



2.2.2 Factor #2: duración del estímulo. Otro factor que influye en los niveles de habituación y sensibilización es la duración del estímulo. Por ejemplo, la habituación a un estímulo presentado por 10 segundos será menor que la habituación a un segundo estímulo presentado por 30 segundos. Imagine ahora un estudio con tres grupos tratados de la siguiente manera:

- Grupo 1: fue expuesto a un estímulo novedoso por un minuto cada vez durante 10 ensayos
- Grupo 2: fue expuesto a un estímulo novedoso por dos minutos cada vez durante 10 ensayos
- Grupo 3: fue expuesto a un estímulo novedoso por 10 minutos cada vez durante 10 ensayos

En la gráfica que se presenta en la siguiente página, dibuje las curvas que representan la habituación en esos tres grupos. Asegúrese de etiquetar las líneas que representan a cada grupo y de dar un título a la gráfica.

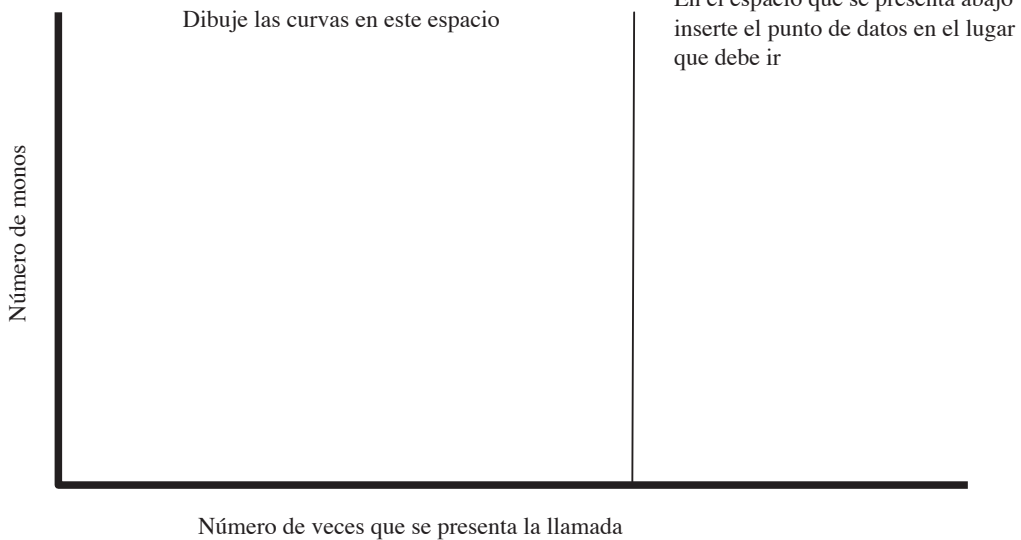


2.2.3 Factor #3: Especificidad al estímulo. La habituación tiende a ser específica al estímulo (página 55), lo que significa que la respuesta se recupera si se cambia el estímulo. Por ejemplo, imagine que está comiendo un cono de helado con dos bolas de diferentes sabores. Mientras come la primera bola puede habituarse a su sabor. Suponiendo que está lo bastante hambriento, es probable que para el momento en que llega a la segunda bola descubra que ya no está habituado al helado. Su interés por éste se verá renovado por el cambio al segundo sabor.

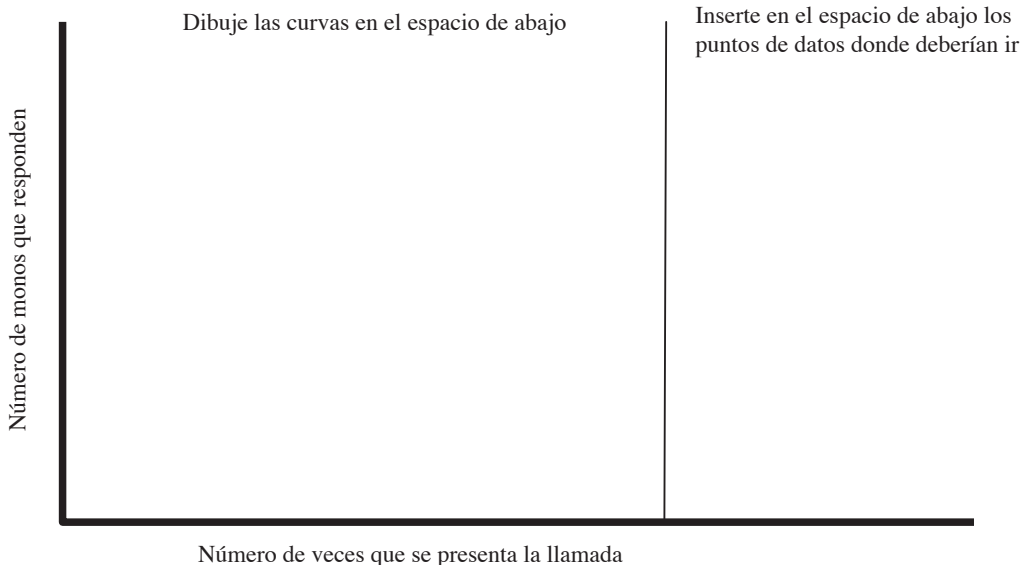
Un ejemplo de la especificidad de la habituación al estímulo se encuentra en las llamadas de alarma de los monos vervet. Esos monos tienen tres llamadas con sonidos distintos que emiten cuando divisan un leopardo, un águila o una serpiente. Cuando emiten esas llamadas otros miembros del grupo se detienen y buscan al depredador en el cielo o el terreno. Algunos investigadores curiosos, como Cheney y Seyfarth (1990) presentaron a monos vocalizaciones grabadas para examinar sus respuestas. Por ejemplo, presentaban de manera repetida la grabación de la llamada sobre el leopardo emitida por un solo mono; en este caso debería ocurrir la habituación a la llamada sobre el leopardo proveniente de *este* mono, lo que se haría evidente con el hecho de que los miembros del grupo lo ignoraran, aunque presentar la llamada sobre el leopardo de un mono diferente da por resultado fuertes respuestas de los miembros del grupo.

En la gráfica en blanco que aparece en la siguiente página:

- 1) Dibuje una curva que indique la habituación a la llamada sobre el leopardo después de la presentación repetida de las llamadas del mono A.
- 2) Indique con un único punto de datos cómo sería la respuesta a una sola presentación de la vocalización sobre el leopardo del mono B después de la habituación al mono A.



Recuerde que esos monos pueden usar tres tipos diferentes de llamadas de alarma. Ahora imagine que ha presentado de manera repetida las llamadas del mono A sobre el leopardo, pero esta vez concluye su experimento presentando las llamadas del mono A sobre el águila y la serpiente. A partir de lo que conoce sobre la habituación y la especificidad del estímulo, dibuje en la gráfica inferior una curva de habituación para la llamada sobre el leopardo y luego agregue dos puntos de datos que indiquen las respuestas a las llamadas sobre el águila y la serpiente.



2.2.4 Habitación, adaptación y fatiga. Este ejercicio le ayudará a distinguir entre tres procesos que pueden explicar una disminución en la respuesta. Revise las **páginas 52-53** del texto antes de realizar el ejercicio.

Identifique y describa un ejemplo personalmente relevante de la manera con la cual una respuesta puede ser reducida a causa de la:

habitación

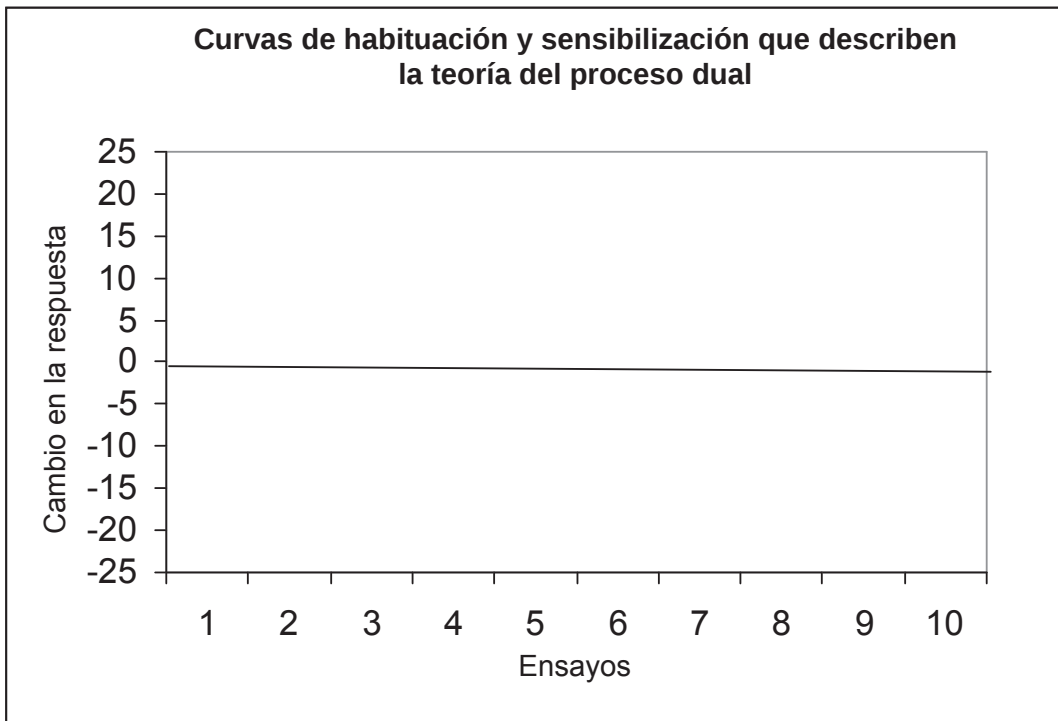
adaptación

fatiga

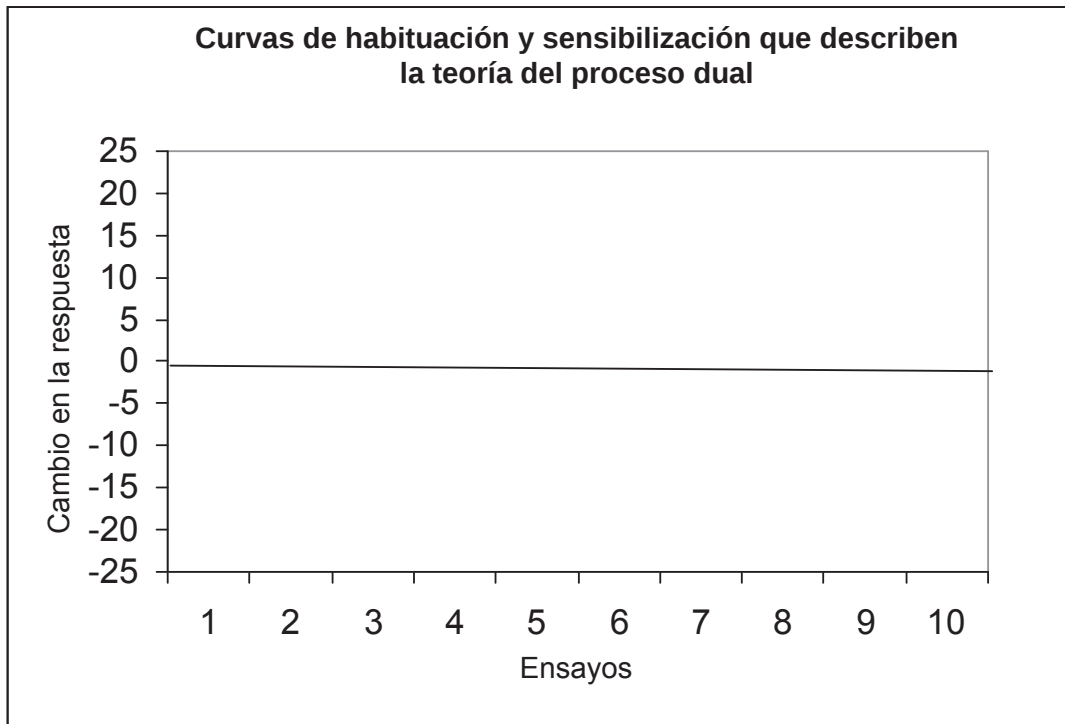
¿Cómo sabe que las respuestas corresponden a sus categorías respectivas?

2.2.5 Teoría del proceso dual. En la **página 53** del texto se presenta la teoría del proceso dual de la habituación y la sensibilización. Esta teoría sugiere que la respuesta neta a un estímulo refleja la acumulación simultánea de los procesos de habituación y sensibilización. Los ejercicios que se presentan a continuación le permitirán imaginar cómo opera esta teoría.

En la gráfica que se presenta a continuación, dibuje curvas que reflejen un incremento neto de 15 en la respuesta para el décimo ensayo. Debe haber tres curvas en total. Una debe indicar la habituación en el curso de 10 ensayos, otra debe indicar la sensibilización y una curva hipotética debe representar la respuesta neta a lo largo de los 10 ensayos. Asegúrese de etiquetar cada una de las tres curvas.



En la gráfica que se presenta a continuación dibuje las curvas de habituación, sensibilización y respuesta neta que reflejan una disminución neta de -10 en la respuesta para el ensayo 10. Asegúrese de etiquetar cada una de las tres curvas.



Pregunta conceptual

1) En lo que respecta a la habituación y la sensibilización, ¿qué es un *sistema E-R* y qué es un *sistema de estado*?

2.3 Teoría motivacional del proceso oponente

La teoría motivacional del proceso oponente (**páginas 60-63** del texto) también involucra dos procesos. Sin embargo, en este caso se les denomina los procesos primarios y oponentes. Además, la teoría del proceso oponente por lo general se aplica a respuestas emocionales complejas, como la felicidad o la tristeza, más que a respuestas reflejas. El ejercicio que se presenta a continuación le pide que aplique a sus propias experiencias la teoría del proceso oponente.

Trate de recordar un evento que al principio le haya provocado una fuerte reacción emocional seguida por una disminución en la reacción después de la exposición repetida. Describa el evento, las emociones que provocaba y la forma en la que cambió su reacción con el paso del tiempo.

¿Cuál era el proceso primario o proceso *a*? _____

¿Cuál era el proceso secundario o proceso *b*? _____

CAPÍTULO 3 Condicionamiento clásico: fundamentos

Este capítulo lo familiarizará con los términos, conceptos y teorías del condicionamiento clásico. Seguiremos tomando como punto de partida parte del material del **capítulo 2**, incluyendo la elaboración de gráficas y la interpretación de datos, así como el uso de la terminología de los experimentos. En la **sección 3.1** revisaremos algunos términos y aplicaciones del condicionamiento clásico y la manera de utilizar las razones de supresión. También se le pedirá que aplique conceptos del condicionamiento clásico a ejemplos personales. A esto le siguen algunos ejercicios que se enfocan en los procedimientos del condicionamiento excitatorio (**sección 3.2**). La **sección 3.3** se concentra en el condicionamiento inhibitorio y en la notación y los procedimientos involucrados en el diseño de experimentos en el condicionamiento clásico.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Aplicar la terminología del condicionamiento clásico.
- Calcular e interpretar razones de supresión.
- Aplicar los conceptos y la terminología del condicionamiento clásico a ejemplos personales.
- Comparar los diferentes procedimientos de condicionamiento excitatorio.
- Describir la eficacia relativa de los diferentes procedimientos de condicionamiento excitatorio.
- Familiarizarse con la notación y los procedimientos para diagramar experimentos en el condicionamiento clásico.
- Aplicar algunos métodos diferentes al estudio de la inhibición condicionada.

3.1 La terminología y el paradigma del condicionamiento clásico

La terminología suele ser difícil para los estudiantes que están aprendiendo el condicionamiento clásico. Es común la confusión respecto a qué es condicionado, qué es incondicionado, qué es un estímulo y qué constituye una respuesta. La mejor manera de hacer frente a este reto es la práctica. Es recomendable que antes de empezar los ejercicios revise algunos de los términos clave que se presentan abajo. También puede buscar en el texto las definiciones de esos términos.

Términos clave en el condicionamiento clásico

Estímulo incondicionado (EI): un estímulo que provoca una respuesta sin necesidad de entrenamiento previo.

Respuesta incondicionada (RI): una respuesta que ocurre ante un estímulo sin entrenamiento previo.

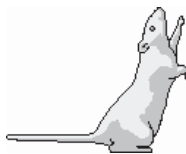
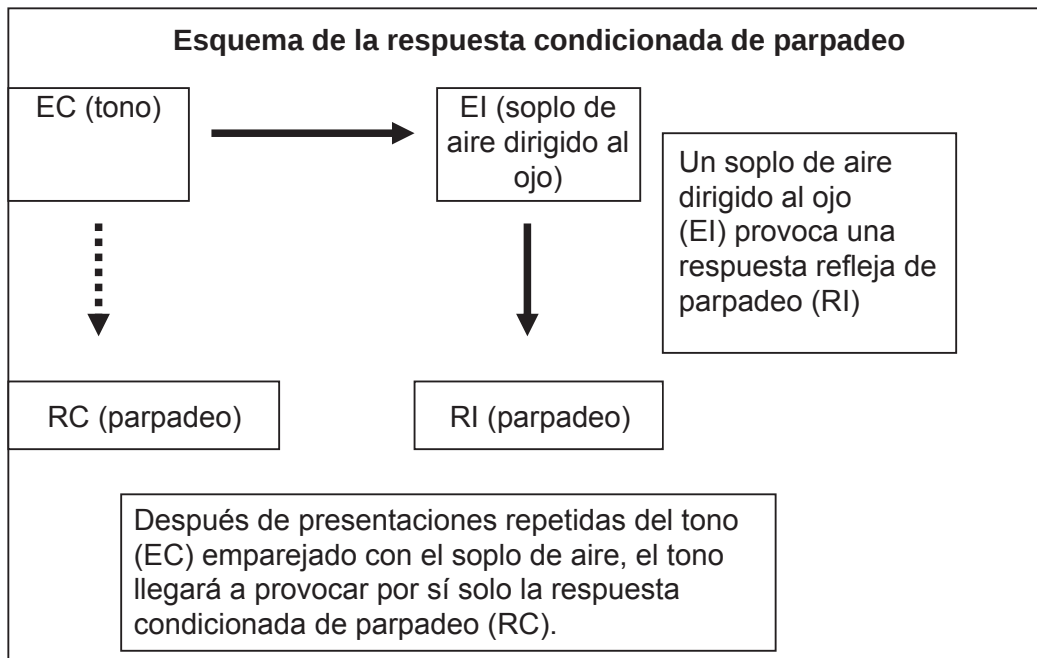
Estímulo condicional (EC): un estímulo que al inicio no provoca una respuesta particular, pero que llega a hacerlo como resultado de haber sido asociado con un estímulo incondicionado.

Respuesta condicional (RC): la respuesta que ocurre ante el estímulo condicional como resultado del condicionamiento clásico.

Ensayo de prueba: un ensayo en que se mide la RC que se da en respuesta a un EC (por lo general, sin que esté presente el EI) para determinar la fuerza de la respuesta condicional.

Adquisición: el aprendizaje de una RC como resultado del emparejamiento de un EC y un EI.

En el texto se describe parte de la historia inicial del condicionamiento clásico, incluyendo el conocido estudio de Ivan Pavlov del reflejo condicionado salival en los perros. El reflejo salival (la RI) ocurre de manera natural en respuesta a señales de la comida como el sabor y el olor. No aprendemos a salivar en respuesta a la comida, lo hacemos sin condicionamiento (igual que los perros). No obstante, si un estímulo como un olor (un EC) ocurre junto con la comida (el EI), el olor luego puede provocar también salivación (una RC). La respuesta condicionada de parpadeo en los conejos, descrita en el **capítulo 3** del texto (**página 75**) implica el mismo tipo de aprendizaje. Para revisar algunos términos clave del condicionamiento clásico, veamos este ejemplo un poco más de cerca en el esquema que se presenta a continuación.



APLICACIÓN DE SNIFFY

Observe a Sniffy adquirir una
respuesta condicionada en el ejercicio
1 (vea la página 37 del manual Sniffy
Pro 2.0)

3.1.1 Aplicación de los términos y conceptos. Ahora vamos a practicar la aplicación de los términos y conceptos revisados arriba. A continuación se presentan algunos ejemplos de condicionamiento clásico. Piense en lo que sucede en cada uno e identifique el EI, el EC, la RI y la RC en los espacios proporcionados.

- 1) Una madre que está amamantando responde al llanto de su bebé poniendo al niño frente a su seno, lo que estimula la salida de la leche. Luego de que esto ha ocurrido en varias ocasiones, el sonido del llanto del bebé estimula el reflejo de bajada de la leche.

EI _____, RI _____, EC _____,
RC _____

- 2) Un niño tenía la rutina de llevar consigo su osito de peluche cuando sus padres lo arropaban cómodamente. Cuando sus padres están lejos, el osito le da consuelo.

EI _____, RI _____, EC _____,
RC _____

- 3) Una canción sigue provocando excitación y nerviosismo en una persona que la escuchó la primera vez que besó a otra persona por la que sentía una gran atracción.

EI _____, RI _____, EC _____,
RC _____

- 4) Un doble sufrió un terrible accidente que le ocasionó un inmenso dolor mientras realizaba una acrobacia en una motocicleta. Desde entonces, las motocicletas le provocan miedo.

EI _____, RI _____, EC _____,
RC _____

- 5) Un ciclista fue atacado por un perro mientras paseaba en bicicleta por el “camino rural 5”. En sus viajes posteriores por ese camino, el corazón del ciclista late con más fuerza y experimenta una gran ansiedad.

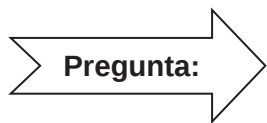
EI _____, RI _____, EC _____,
RC _____

3.1.2 Supresión condicionada y razones de supresión. Las razones de supresión suelen usarse como indicadores de temor o ansiedad condicionada (vea la **página 73** del texto). Lo que se suprime es una conducta normal en curso como comer o beber. Piense en los momentos en que se siente sumamente estresado. En esas ocasiones es poco probable que coma o que beba. Podemos usar esta disminución en la alimentación y el consumo de líquidos como un indicador de su nivel de estrés.

La razón de supresión se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Razón de supresión} = \frac{\text{respuesta en presencia del EC}}{\text{respuesta en presencia del EC} + \text{respuesta en ausencia del EC}}$$

Donde la respuesta en presencia del EC es la medida de la respuesta durante el ensayo de prueba (por ejemplo, la cantidad de tiempo que se pasa en movimiento) y la respuesta en ausencia del EC es una medida de la respuesta *antes* que se presente el EC (conocida también como una medida de “línea base”). Imagine entonces que el día anterior a un examen usted pasa 60 minutos en la mesa disfrutando sin prisas de un copioso desayuno. El siguiente día usted está estresado y la comida le resulta menos apetitosa por lo que sólo pasa 15 minutos en la mesa. Su razón de supresión sería:



$$\frac{15}{15 + 60} = 0.20$$

Ahora imagine que su compañera de cuarto también va a presentar el examen, pero ella está totalmente relajada. Si su compañera pasa una hora comiendo en los dos días, ¿cuál es su razón de supresión?

Utilizaremos ratas para analizar más a fondo las razones de supresión. Imagine que en este estudio el EC es la presentación durante 60 segundos de un ruido blanco a un nivel estándar (dB). El EI es una breve descarga presentada inmediatamente después por un segundo. La respuesta condicional es la supresión de la actividad de beber. Medimos esa actividad un minuto antes del inicio del EC (la fase de respuesta antes del EC) y durante la presentación por un minuto del EC (la fase de respuesta al EC). Se utilizaron dos grupos de sujetos. El grupo experimental recibió la presentación conjunta del EC y el EI, mientras que el grupo control recibió ambos estímulos con una separación de un minuto.

A continuación se presenta una muestra de datos (en segundos) después de cinco ensayos de condicionamiento para seis sujetos (S), tres en cada grupo. Esos datos corresponden al último ensayo de prueba del experimento.

- Calcule la razón de supresión para cada rata del estudio y luego la razón de supresión promedio para cada grupo.
- Haga una gráfica de barras con las razones de supresión promedio para ambos grupos y escriba una interpretación.

		Periodo previo al EC	Periodo del EC	Periodo previo al EC + periodo del EC	Razón de supresión
	Rata			↓	↓
Grupo experimental	1	20	1		
	2	17	2		
	3	19	5		
	Razón de supresión promedio =				
Grupo control	Rata				
	4	22	20		
	5	20	11		
	6	23	24		
	Razón de supresión promedio =				

Título

Interpretación

3.1.3 Aplicación personal: temor condicionado y aversión al sabor. El texto describe los fenómenos de temor condicionado y aversiones al sabor. Aplique esos dos conceptos a su propia experiencia. Si no puede pensar en un ejemplo, pídale a un amigo que comparta con usted sus experiencias. En el espacio que se presenta a continuación, describa cada escenario. Utilice el formato mostrado en la página 26 arriba de cada diagrama (asegúrese de especificar el EC, EI, RC y RI y de conectarlos con flechas de la manera apropiada).

Temor condicionado

Descripción:

Diagrama:

Aversión condicionada al sabor

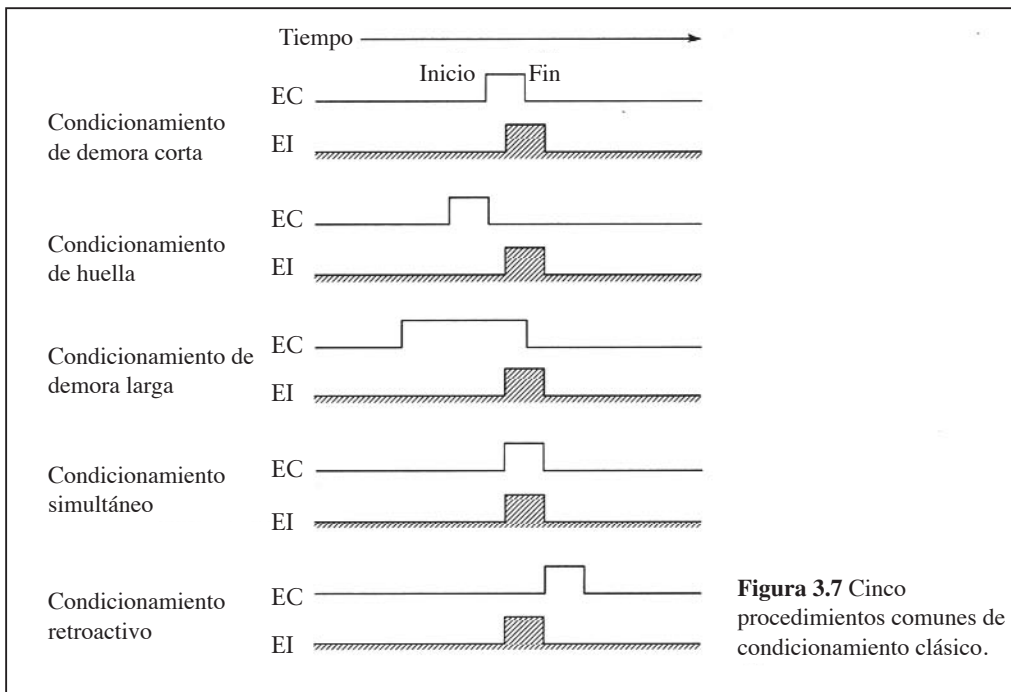
Descripción:

Diagrama:

3.2 Procedimientos del condicionamiento excitatorio

Tal como aprendió en el texto, el condicionamiento clásico no siempre es cuestión del simple emparejamiento de un EC con un EI. Existen muchos otros factores que operan aquí. Numerosas variables influyen en el hecho de que ocurra el condicionamiento clásico; entre ellas se encuentra el arreglo temporal entre el EC y el EI, el número de emparejamientos entre EC y EI, la cantidad de experiencia que se tenga con el EC, y otros más. En esta sección nos concentraremos en la forma en que diversos factores influyen en el condicionamiento excitatorio.

3.2.1 Procedimientos del condicionamiento excitatorio. La *relación temporal* entre el EC y el EI influye en la medida en que se condiciona una respuesta (**páginas 84-85**). Existen cuatro formas generales de describir las características temporales de los procedimientos: condicionamiento de huella, demorado, simultáneo y retroactivo (**figura 3.7** que se reproduce de la **página 84**).



Para imaginar cómo influye la relación entre el EC y el EI en el condicionamiento, dibuje los siguientes datos en un formato de gráfica lineal en los ejes presentados abajo y escriba una interpretación del patrón. Los números abajo de cada tipo de condicionamiento (por ejemplo, huella: 1, 5, 10...) representan la magnitud de la RC en el curso de cuatro ensayos de condicionamiento. (Debe tener cuatro líneas separadas, una para cada tipo de condicionamiento y cuatro puntos por línea que representen cada ensayo.)

Ensayos	Huella	Demorado	Retroactivo	Simultáneo
1	1	0	1	0
2	5	8	3	2
3	10	15	4	3
4	15	19	5	4

Título:

Respuesta condicional

1

2

3

4

Ensayos

Interpretación:

3.2.2 Medición de las respuestas excitatorias. La respuesta condicionada puede medirse de diversas formas. Algunos tipos comunes de medición incluyen:

- 1) *Magnitud*
- 2) *Probabilidad*
- 3) *Latencia*

La aplicación de esas medidas se describe en la **página 85** del texto. A continuación se presentan algunos ejemplos de respuesta condicionada. Encierre en un círculo la opción que mejor se aplique a cada ejemplo.

- 1) Número de gotas de saliva ante el EC.

magnitud probabilidad latencia
- 2) Tiempo requerido para acercarse a una luz.

magnitud probabilidad latencia
- 3) Porcentaje de ensayos en que ocurre un parpadeo.

magnitud probabilidad latencia
- 4) Nivel de ansiedad medido por la respuesta galvánica de la piel.

magnitud probabilidad latencia
- 5) Supresión de la respuesta de beber como medida de la aversión condicionada al sabor.

magnitud probabilidad latencia
- 6) Tiempo necesario para alcanzar la mitad de la tasa cardiaca máxima en un ensayo particular.

magnitud probabilidad latencia
- 7) Porcentaje de veces en que ocurre el reflejo de retiro de la pierna ante un EC.

magnitud probabilidad latencia
- 8) Cantidad de testosterona secretada en respuesta a un EC.

magnitud probabilidad latencia

3.3 Diagramación y diseño de experimentos en el condicionamiento clásico: aplicaciones a la medición de la inhibición condicionada

Nuestra comprensión de los mecanismos del condicionamiento clásico se deriva en gran medida de experimentos de laboratorio cuidadosamente controlados. Le recomendamos que desarrolle la habilidad de identificar y usar algunos de los símbolos y estrategias para diagramar experimentos. Es posible que su profesor use algunas abreviaturas para diagramar los experimentos en clase. A continuación se presentan algunas abreviaturas recomendadas, pero recuerde que la gente difiere en la forma en que comunica esta información, de modo que es probable que se encuentre con algunas pequeñas diferencias.

- **EC y EI emparejados:** para indicar que dos eventos están emparejados en el tiempo use una flecha, $\rightarrow$, como en EC $\rightarrow$ EI. Esta notación también se utiliza para indicar que un estímulo provoca una respuesta, como en EI $\rightarrow$ RI.
- **EC y EI no emparejados:** para indicar que dos eventos, como el EC y el EI, no están emparejados, use la barra diagonal: / como en EC/EI (nota: tenga presente que la barra / también puede usarse para indicar que dos EC ocurren juntos, como EC+/EC-).
- **Fase** de un experimento. Algunos experimentos, como los que incluyen el retardo de la adquisición como medida de la inhibición condicionada, implican más de una fase (por ejemplo, Fase 1 = entrenamiento inhibitorio, fase 2 = condicionamiento excitatorio).
- **Signos positivo (+) y negativo (-).** En el condicionamiento clásico por lo general significan que un EC señala la presentación de un EI (EC+) o que un EC señala la ausencia del EI (EC-). Este es el uso más común de la notación + y -. Sin embargo, advierta que en algunos experimentos hay ensayos en que el EI está presente (EI+) o ausente (EI-).

Por ejemplo, si está diseñando un experimento sobre inhibición condicionada, podría ver algo como esto:

Fase 1

Grupo 1: EC+ → EI

Grupo 2: EC+ → EI

En la fase 1 se establece una RC después del emparejamiento EC-EI

Fase 2

Grupo 1 (control): EC+ → EI, [EC+ y EC-] → EI (indica que se alternan ensayos de ambos tipos)

Grupo 2 (experimental): EC+ → EI, [EC+ y EC-]/EI

Prueba Grupo 1: EC-
Grupo 2: EC-

Después de la fase 2 suele llevarse a cabo un procedimiento de prueba para determinar si el EC- es un inhibidor condicionado.

En la fase 2 se condiciona la respuesta inhibitoria al EC-. En el grupo 1 (control), el EC+ y el EC- siempre se emparejan con un EI. En el grupo 2 (experimental) el EC+ se empareja con un EI en algunos ensayos pero el EC- nunca se empareja con el EI.

Preguntas conceptuales

- 1) ¿Por qué se necesita la fase 1?
- 2) ¿Cuál es el propósito de tratar al grupo 2 de manera diferente al grupo 1 durante la fase 2?
- 3) ¿Qué grupo debería mostrar una mayor inhibición ante el EC-?

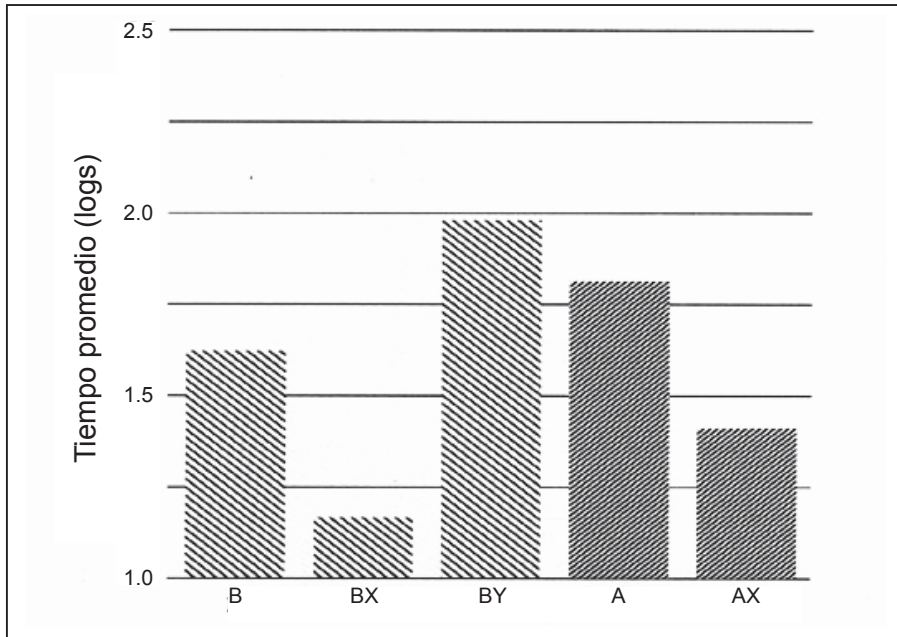
3.3.2 Procedimientos de inhibición. El texto describe algunos procedimientos comunes para los estudios de inhibición condicionada (**páginas 91-96**). Uno implica a los sistemas de respuesta bidireccional, otro involucra realizar una prueba con un estímulo compuesto, o sumación, y el tercero incluye la prueba de retardo de la adquisición. Antes de realizar este ejercicio, revise esas páginas con cuidado.

Pregunta conceptual

- 1) ¿Qué es un sistema de respuesta bidireccional y cuál es una limitación del uso de este tipo de sistema en un estudio de inhibición condicionada?

Diagrame un experimento de inhibición condicionada que utilice el procedimiento de retardo de la adquisición. Asegúrese de identificar las diferentes fases del experimento y de incluir grupos control. Asegúrese también de indicar qué grupos reciben presentaciones con los estímulos emparejados y no emparejados en las distintas fases.

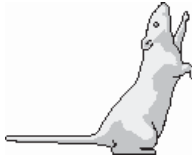
La figura que se presenta a continuación es una versión de la **figura 3.12** del texto (**página 95**). La figura resume los resultados de un experimento sobre inhibición condicionada que utilizó un procedimiento de prueba con un estímulo compuesto. Revise los detalles del experimento y la **figura 3.12** para responder las siguientes preguntas conceptuales.



Preguntas conceptuales

- 1) ¿Cuál fue el propósito de condicionar ambos estímulos ECA y ECB?
- 2) ¿Por qué los tiempos promedio para completar cinco segundos de interrupción del consumo de agua fueron relativamente cortos para las pruebas con BX y AX?

3) ¿Cuál fue el propósito de probar BY?



APLICACIÓN DE SNIFFY

Experimente los procedimientos del condicionamiento inhibitorio en los ejercicios 10 y 11 (páginas 78, 83).

CAPÍTULO 4 Condicionamiento clásico: mecanismos

El **capítulo 4** integra muchos conceptos importantes del condicionamiento clásico. Es probable que después de leer el capítulo pueda comprender que el condicionamiento clásico no es una simple cuestión de emparejar un EC con un EI. El condicionamiento depende de diversos factores como la novedad del EC y el EI, su intensidad y la pertinencia entre ambos estímulos. La **sección 4.1** presenta ejercicios que le permitirán examinar la manera en que cada uno de esos factores influye en la fuerza del condicionamiento. Además, la *forma* de la respuesta condicionada es determinada por varios factores, como el EC, el EI y el intervalo EC-EI. La forma en que esto ocurre es examinada por varias preguntas de reflexión que se plantean en la **sección 4.2**. En la **sección 4.3** consideramos algunos de los mecanismos que subyacen a las relaciones EC-EI.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Evaluar diferentes formas en que el EC influye en el condicionamiento.
- Evaluar diferentes formas en que el EI influye en el condicionamiento.
- Describir cómo puede ocurrir el condicionamiento con múltiples EC.
- Describir la manera en que diferentes aspectos del EC determinan si ocurre el condicionamiento.
- Explicar diferentes mecanismos que subyacen al condicionamiento clásico.

4.1 Eficacia del EC y el EI

El condicionamiento no siempre es una simple cuestión de emparejar un EC con un EI y buscar una RC. Numerosas variables influyen en si ocurre el condicionamiento y en qué grado. Aquí exploramos algunos de esos factores.

4.1.1 Factores del EC y el EI. El desarrollo de una RC depende de diversos factores, entre los que se incluyen el tipo del EC, el tipo del EI y el grado en que se relacionan el EC y el EI. En las **páginas 104-109** del texto se describen varias propiedades del EC y el EI que determinan su eficacia. Revise esas páginas antes de realizar los siguientes ejercicios:

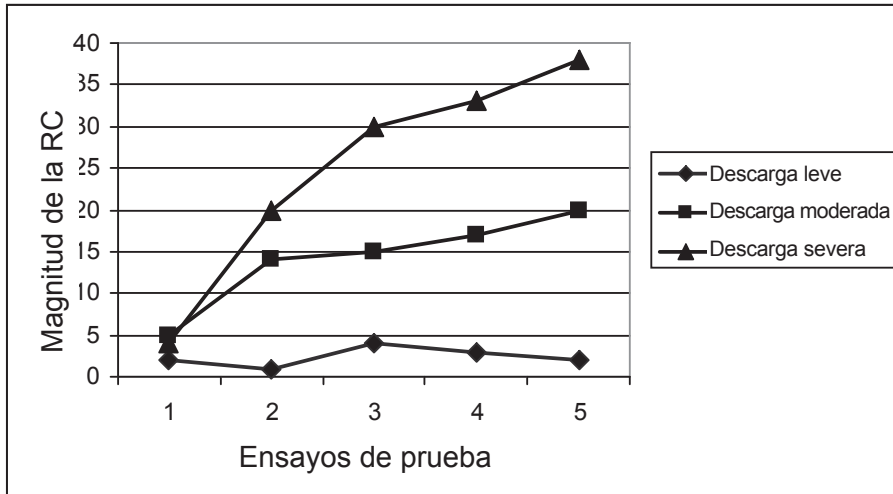
A continuación se presentan algunas gráficas que muestran los resultados de cuatro experimentos que examinaron algunas variables que influyen en el condicionamiento clásico. Estudie con cuidado cada gráfica e identifique cuál fue la variable examinada.

Entre las posibles respuestas se incluyen:

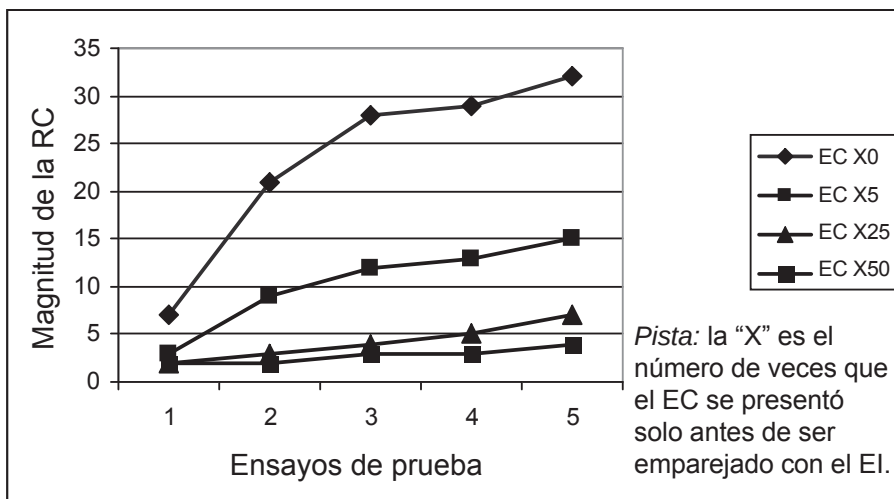
- 1) Respuestas iniciales a los estímulos.
- 2) Novedad del EC o del EI.
- 3) Intensidad o notoriedad del EC y el EI.
- 4) Relevancia EC-EI.

Asegúrese de prestar atención a las variables estudiadas, los valores de los ejes y la forma en que los grupos fueron afectados por los tratamientos.

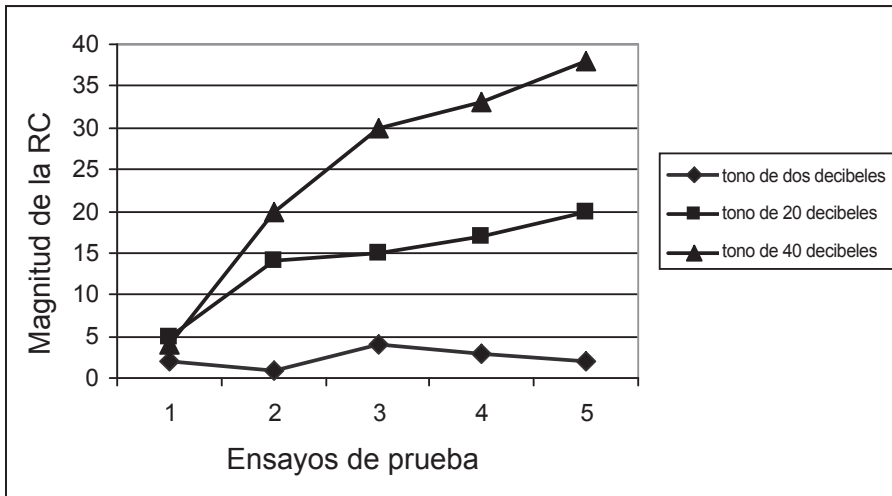
1) Variable examinada: _____



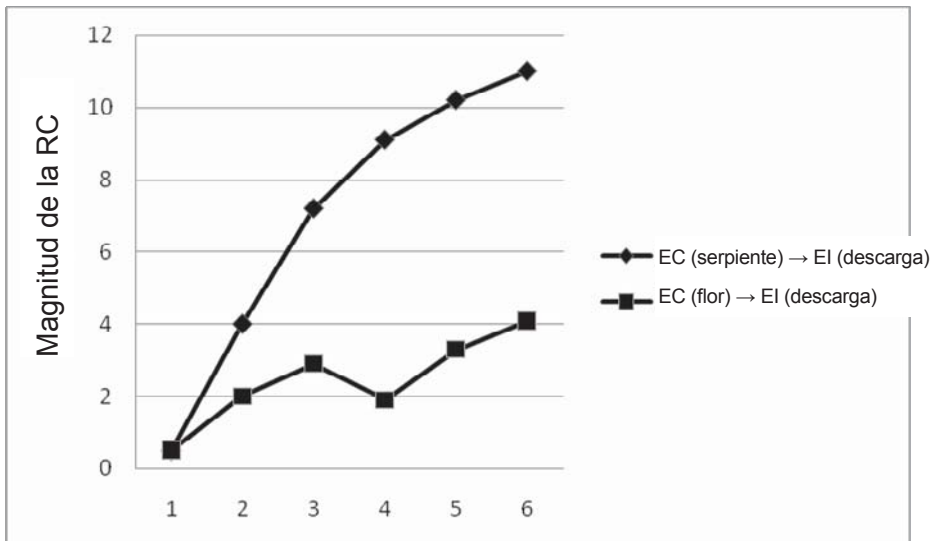
2) Variable examinada: _____



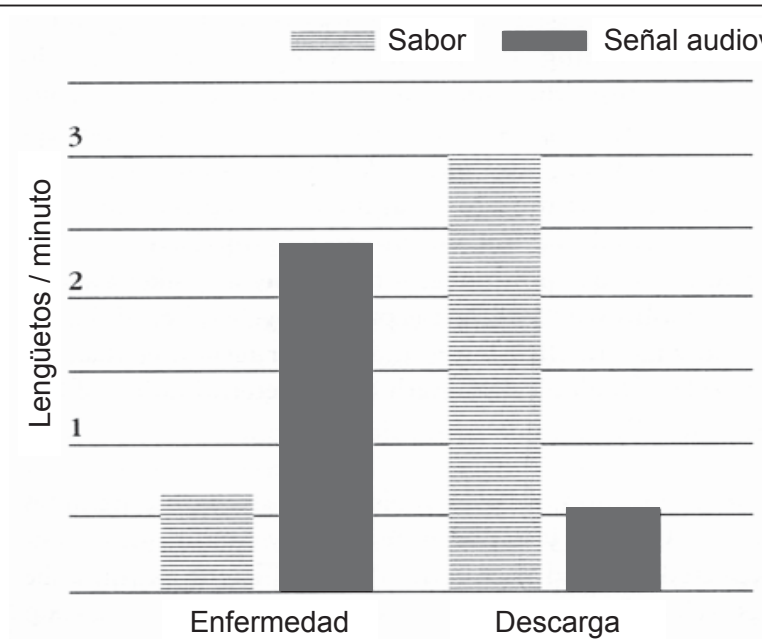
3) Variable examinada: _____



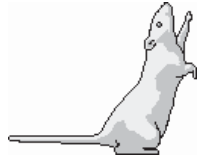
4) Variable examinada: _____



- 5) ¿Cuál de los determinantes mencionados arriba se aplica a los resultados de la figura del texto (**figura 4.3, página 109**) que se reproduce a continuación? Explique su respuesta haciendo referencia a los resultados encontrados para cada grupo reportado en la figura



Respuesta:



APLICACIÓN DE SNIFFY

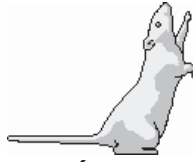
Pruebe los efectos de la fuerza o intensidad del EC y el EI sobre el condicionamiento de Sniffy en los ejercicios 4 y 5 (páginas 45 y 53).

4.1.2 Fuerza biológica: condicionamiento con múltiples EC. Es común que a los estudiantes les resulte difícil diferenciar el condicionamiento de orden superior y el preconditionamiento sensorial. Ambos son muy similares, ya que los dos involucran el emparejamiento de al menos dos EC en algún punto del proceso, pero en realidad son fenómenos muy diferentes (revise las **páginas 110-112** del texto). Puede ser útil revisar el texto antes de realizar este ejercicio.

En el espacio que se presenta a continuación, diagrame un ejemplo del condicionamiento de orden superior y del preconditionamiento sensorial. Asegúrese de incluir en sus diagramas ejemplos reales de los EC y EI y situaciones factibles. Evite usar ejemplos que se hayan presentado en el texto. Después de completar los diagramas, responda la pregunta siguiente.

Condicionamiento de orden superior:

Precondicionamiento sensorial:



APLICACIÓN DE SNIFFY

Experimente con el preconditionamiento sensorial y el condicionamiento de orden superior en los ejercicios 12 y 13 (páginas 88 y 94).

Preguntas conceptuales

- 1) Describa la diferencia fundamental de procedimiento entre el condicionamiento de orden superior y el preconditionamiento sensorial.

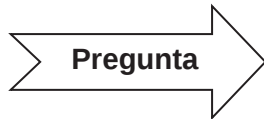
4.1.3 Inhibición latente. El texto describe un interesante fenómeno llamado inhibición latente (página 105), que se refiere a la demora del condicionamiento que se observa si el EC se experimentó de manera repetida antes de emparejarse con el EI. Por ejemplo, si un tono es escuchado cientos de veces antes de que se empareje con un soplo de aire dirigido al ojo, el condicionamiento del tono puede llevarse más tiempo que si no se escuchó con tanta frecuencia antes de emparejarse con el soplo de aire (el EI).

Vamos a considerar un experimento realizado por Westbrook y sus colaboradores (2000). En este experimento, realizado con ratas, se utilizó el ruido de un clic durante 30 segundos como EC y el EI fue una descarga leve en las patas. Los investigadores querían determinar si la exposición repetida al ruido del clic sin la presencia de descarga alguna haría luego más lenta la adquisición de las respuestas de temor condicionado. Se sabe que las ratas se congelan cuando están asustadas, y los EC que predicen el inicio de una descarga en las patas provocan la conducta de congelarse. Por consiguiente, la variable dependiente era la conducta de congelarse. Antes de continuar, piense en cómo diseñaría usted este experimento. ¿Cuál sería su variable independiente y cómo la manipularía?

El experimento puede resumirse de la siguiente manera:

Grupos			
<u>Preexpuesto</u>		<u>No preexpuesto</u>	
Emparejado	No emparejado	Emparejado	No emparejado

Las variables independientes implican la exposición al EC (preexpuesto o no preexpuesto) y los emparejamientos del EC con el EI (emparejado contra no emparejado). Los experimentadores decidieron usar cuatro grupos, resumidos arriba, advierta además que hay dos grupos control no emparejados, uno por cada nivel de la variable de preexposición.



Antes de continuar, plantee una hipótesis de lo que predice para cada uno de los cuatro grupos. (¿Qué grupo(s) mostrará(n) un porcentaje más alto de conducta de congelamiento?)

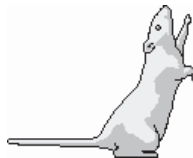
Abajo se presenta una muestra de datos basados en el experimento. Los números representan el porcentaje promedio de congelamiento ante el EC. A continuación grafique e interprete los datos.

Porcentaje promedio de congelamiento	Grupos			
	<u>Preexpuesto</u>		<u>No preexpuesto</u>	
	Emparejado	No emparejado	Emparejado	No emparejado
	23%	25%	97%	39%

Título:



Interpretación:



APLICACIÓN DE SNIFFY

Pruebe los efectos de la preexposición al EC y el EI en los ejercicios 19, 20 y 21 de Sniffy (páginas 123, 127 y 129).

4.2 Determinantes de la respuesta condicionada

En las **páginas 112-122** del texto se describen algunos factores que determinan la forma de la respuesta condicionada. Después de leer esas secciones, responda las siguientes preguntas conceptuales

Preguntas conceptuales

- 1) ¿El modelo de sustitución del estímulo se aplica al condicionamiento salival? Explique su respuesta.
- 2) ¿Qué son las respuestas homeostáticas condicionadas y por qué son relevantes para la tolerancia a las drogas?
- 3) ¿Cuál era el EC en el estudio de Timberlake y Grant (1975) (**página 118**)? ¿Qué tipo de RC provocaba este EC? ¿Por qué es esto de interés teórico?

4) ¿Qué son las conductas de búsqueda general y focal? Dé un ejemplo de cada una. ¿Qué es una respuesta consumatoria? Dé un ejemplo.

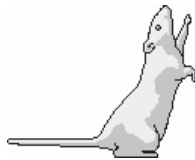
5) ¿Cómo determina el intervalo EC-EI la forma de la RC? (Pista: revise el estudio de Akins (2000) descrito en las **páginas 120-121** del texto).

4.2.2 Aprendizaje E-R y E-E

El texto describe la importante distinción entre el aprendizaje E-R y el aprendizaje E-E. Revise esas páginas con cuidado y responda las siguientes preguntas.

1) Revise el procedimiento básico de Pavlov del condicionamiento salival. De acuerdo con la teoría E-R: ¿qué aprendieron los perros? ¿Qué aprendieron según la teoría E-E? ¿Por qué es importante la distinción?

- 2) ¿Cómo puede devaluarse el EI después que se ha establecido una asociación EC-EI?
- 3) ¿Cómo afectaría la devaluación del EI a la RC si la conducta fuese mediada por mecanismos E-R? ¿Cómo afectaría la RC con mecanismos E-E?
- 4) Proporcione un ejemplo concreto que implique condicionamiento clásico (identifique el EC, el EI y la RC), y describa la forma en que el valor cambiante del EI permite responder las preguntas anteriores.



APLICACIÓN DE SNIFFY

Pruebe las teorías E-R y E-E con Sniffy en los ejercicios del capítulo 7 del manual de Sniffy.

4.3 Mecanismos de la asociación de EC y EI

4.3.1 El modelo de Rescorla y Wagner. El modelo de Rescorla y Wagner (**páginas 126-132**) es uno de los modelos del aprendizaje más influyentes que se hayan propuesto en tiempos recientes. Su suposición básica es que el incremento en el aprendizaje que se produce por un ensayo de condicionamiento depende de qué tan sorprendente sea el resultado del ensayo. Además, lo sorprendente que es algo depende de todas las señales presentes en un ensayo de condicionamiento.

Un estímulo que está siempre presente en un experimento es la cámara experimental o contexto en que se llevan a cabo los ensayos de condicionamiento. En los siguientes ejemplos, explique cómo podría influir el contexto del condicionamiento en el aprendizaje acerca de un tono discreto que se empareja con comida. Use el modelo de Rescorla y Wagner como base de sus predicciones.

- 1) Los sujetos son habituados primero a la cámara experimental. Luego se lleva a cabo una serie de ensayos de condicionamiento en los cuales un tono se empareja con comida.

- 2) Los sujetos reciben primero varias sesiones en las que se presenta la comida de manera periódica, sin advertencia, en la cámara experimental. Luego se lleva a cabo una serie de ensayos de condicionamiento en los que un tono se empareja con comida.

- 3) Los sujetos reciben primero varias sesiones en que se presenta la comida de manera periódica, sin advertencia, en la cámara experimental. En la siguiente fase del experimento, los sujetos son colocados de manera repetida en la cámara experimental durante una semana, sin recibir ahí comida o cualquier otro EI. Luego se lleva a cabo una serie de ensayos de condicionamiento en que un tono se empareja con comida.

- 4) Los sujetos reciben el tono emparejado con comida en 10 ocasiones durante cada sesión experimental. Además, la comida se presenta en momentos aleatorios entre ensayos 10 veces al día.

- 5) Los sujetos reciben comida que se presenta 10 veces a intervalos aleatorios durante cada sesión experimental. También se presenta un tono de manera periódica, pero se cancela cualquier presentación de comida que pudiera haber ocurrido durante un periodo de dos minutos después de cada tono.

La ecuación básica de Rescorla y Wagner es $\Delta V = k(\lambda - V)$. En esta ecuación, V es el valor asociativo de todas las señales presentes en un ensayo de condicionamiento; λ es la asíntota del aprendizaje posible con el resultado del estímulo (EI o no EI) con que termina cada ensayo. ΔV es el cambio en el valor asociativo, o lo que se aprende, como resultado del ensayo de condicionamiento; y el parámetro k representa una constante relacionada con la notoriedad del EC y del EI. Las siguientes preguntas le proporcionarán práctica en la interpretación de cómo se representan en la ecuación diversas manipulaciones.

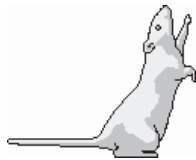
- 1) ¿Cuál es el valor de V al inicio del entrenamiento?

- 2) En un experimento típico de aprendizaje, al inicio del entrenamiento los sujetos muestran grandes mejoras. Sin embargo, a medida que avanza el entrenamiento, la mejora que resulta de cada ensayo de condicionamiento es cada vez más pequeña. ¿Qué término de la ecuación representa el tamaño de la mejora que ocurre en cada ensayo? ¿Cómo cambia este término a medida que avanza el entrenamiento? ¿Qué término del lado derecho de la ecuación ocasiona este cambio?

- 3) Suponga que después de tres sesiones de entrenamiento un EC se condiciona hasta la asíntota y que el EC es la única señal en la situación. ¿Cuál sería el valor de V al final de las tres sesiones?

- 4) Suponiendo el escenario descrito en la pregunta anterior, ¿cuál será el valor de ΔV si el condicionamiento continúa después de alcanzar la asíntota del aprendizaje?

- 5) En extinción, cada presentación del EC termina sin el EI. ¿Qué término de la ecuación representa este resultado del estímulo? ¿Cuál es el valor de este término en extinción?
- 6) Suponga que un grupo de sujetos es condicionado con un EI que consiste en una bolita de comida y otro se condiciona con un EI que consiste en cuatro bolitas de comida. ¿Qué término de la ecuación representa esas diferencias en la magnitud del EI? ¿Cómo cambia el valor de este término con el incremento de una a cuatro bolitas de comida?



APLICACIÓN DE SNIFFY

Experimente el efecto de bloqueo en el ejercicio 7 (página 64)

CAPÍTULO 5 Condicionamiento instrumental: fundamentos

El **capítulo 5** del texto inicia con algunas descripciones y ejemplos de los procedimientos que se utilizan para estudiar el condicionamiento instrumental. Se describe, por ejemplo, la investigación de Edward Thorndike sobre el aprendizaje por ensayo y error en gatos que escapaban de las cajas problema. Desde los primeros experimentos de Thorndike hemos aprendido mucho acerca de los detalles de lo que se conoce como *condicionamiento instrumental* o *aprendizaje operante*. Los ejercicios que se presentan a continuación tienen el propósito de familiarizarlo con los temas y conceptos básicos que constituyen el condicionamiento instrumental. Empezaremos con un ejercicio diseñado para ayudarle a distinguir entre el condicionamiento instrumental y el condicionamiento clásico (**sección 5.1**). En la **sección 5.2** se exploran las diferencias entre dos procedimientos generales para el estudio del aprendizaje, los procedimientos de ensayo discreto y de operante libre. En la **sección 5.3** se presentan ejercicios diseñados para ayudarle a aplicar los procedimientos del moldeamiento. A los estudiantes que se topan por primera vez con los conceptos de reforzamiento y castigo positivo y negativo suele resultarles difícil aplicar esos términos a nuevas situaciones, por lo que la **sección 5.4** incluye ejercicios que lo ayudarán a desarrollar las habilidades para hacerlo. La **sección 5.5** se concentra en la manera en que la contingencia y la contigüidad influyen en el condicionamiento instrumental.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Distinguir entre condicionamiento instrumental y condicionamiento clásico.
- Identificar situaciones en que se utilizaron procedimientos de ensayo discreto y de operante libre.
- Identificar conductas objetivo e idear métodos para moldearlas.
- Aplicar con éxito los conceptos de reforzamiento positivo y negativo, castigo y entrenameamiento por omisión.
- Entender la importancia de la variabilidad conductual en el moldeamiento de las conductas objetivo.
- Distinguir los efectos de la contingencia y la contigüidad en el condicionamiento instrumental.

5.1 Comparación del condicionamiento instrumental y el condicionamiento clásico

Los siguientes ejercicios están diseñados para ayudarle a distinguir entre el condicionamiento instrumental y el condicionamiento clásico. Es común que se les confunda, por lo que es importante reconocer algunas de las diferencias. La característica distintiva más importante es que en el aprendizaje instrumental existe una contingencia entre una respuesta y un estímulo, mientras que en el condicionamiento clásico la contingencia es entre dos estímulos (el EC y el EI) y no se requiere una respuesta para que se presente un estímulo.

A continuación se presentan algunas descripciones que resumen experimentos publicados sobre condicionamiento clásico o condicionamiento instrumental. A partir de las distinciones entre ambos tipos de aprendizaje que se describen arriba y en el texto, revise los siguientes ejemplos de condicionamiento, indique qué tipo de aprendizaje tuvo lugar (instrumental o clásico) y explique su elección.

En cada caso, encierre en un círculo la opción correcta:

- 1) Las ratas aprendieron que podían escapar a través de un agujero cuando se presentaba un determinado estímulo visual, así como también fueron colocadas en un rueda que contenía un agujero de escape que conducía a sus jaulas hogar colocadas a un costado. La jaula hogar contenía una gota de leche condensada, un favorito de la rata (Rossier *et al.*, 2000).

Instrumental o Clásico

Explicación:

- 2) Se transportó a las ratas de sus jaulas hogar a la caja de prueba donde recibieron una descarga. Los investigadores examinaron luego la conducta de congelarse en respuesta a la caja de prueba y a los procedimientos usados para llevar ahí a las ratas (Bevins *et al.*, 2000)

Instrumental o Clásico

Explicación:

- 3) Cada vez que las ratas presionaban una palanca recibían estimulación intracraneal en un centro de recompensa del cerebro. Los autores examinaron la relación entre la cantidad de presión y la cantidad de estimulación cerebral proporcionada. (Leon y Gallistel, 1998.)

Instrumental o Clásico

Explicación:

- 4) Las ratas recibían comida si (y sólo si) aplicaban una cantidad apropiada de fuerza sobre una barra. (Slifkin y Brener, 1998.)

Instrumental o Clásico

Explicación:

- 5) En una tarea de presionar una barra, las ratas recibían comida por discriminar entre un fármaco (pentobarbital) y una sustancia de control (solución salina). (McMillan y Hardwick, 2000.)

Instrumental o Clásico

Explicación:

- 6) Se expuso a wallabies, una especie de pequeños marsupiales, al modelo de un zorro (una especie depredadora) junto con un ser humano que actuaba como si estuviera a punto de capturarlos (un evento amenazador). Luego se probaron las respuestas de evitación de los wallabies hacia el modelo del zorro por sí solo. (Griffin *et al.*, 2001.)

Instrumental o Clásico

Explicación:

5.2 Procedimientos de ensayo discreto y operante libre

En las **páginas 148-151** del texto se describen las diferencias entre los procedimientos de ensayo discreto y operante libre, por lo que es conveniente que revise esas páginas antes de continuar.

Recuerde que:

- En los procedimientos de ensayo discreto, la conducta del sujeto termina el ensayo y el experimentador es quien decide la organización temporal de los ensayos sucesivos (o repeticiones de la respuesta).
- En los procedimientos de operante libre, la conducta de interés puede repetirse cualquier cantidad de veces. Por consecuencia, el sujeto es quien determina la organización temporal de las repeticiones sucesivas de la respuesta.

Lea los siguientes ejemplos e indique si cada uno de ellos involucra un procedimiento de ensayo discreto o uno de operante libre (encierre en un círculo la opción correcta). Explique su elección.

1) Una rata presiona una palanca que termina una descarga dirigida a sus patas.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

2) Una rata presiona 10 veces una palanca y termina una descarga dirigida a sus patas.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

- 3) Los niños reciben tantas crayolas y hojas de papel como deseen y se les recompensa con elogios por cada dibujo que realizan.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

- 4) Un gatito es recompensado con golosinas cada vez que usa con éxito la caja de arena.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

- 5) Una paloma es colocada en una cámara operante y recibe reforzamiento por cada diez veces que picotea una tecla.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

- 6) Un trabajador de una cadena de montaje recibe un pago de un dólar por cada cinco aparatos ensamblados durante un turno de ocho horas.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

7) Un trabajador de una cadena de montaje recibe un pago de 100 dólares por cada turno de ocho horas completado.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

8) Una persona entra al sistema y revisa el correo electrónico de manera repetida hasta que recibe un mensaje.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

9) El progreso de un corredor para completar la maratón en menos de cinco horas es supervisado a lo largo de un periodo de 12 meses.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

10) Un niño es recompensado con un cuento por inhibir los berrinches a la hora de dormir.

ensayo discreto u operante libre

¿Por qué?

5.3 Moldeamiento

En el condicionamiento instrumental, un sujeto realiza una respuesta apropiada o evita realizar una respuesta inapropiada para recibir reforzamiento. Una rata tal vez deba presionar una palanca para obtener reforzamiento. Un niño necesita intentar hablar en orden para beneficiarse de la terapia de lenguaje. Sin una respuesta no hay nada que reforzar. Como aprendió en el material que empezó en la **página 151**, es posible usar los procedimientos de moldeamiento para producir la respuesta objetivo. Los ejercicios siguientes están diseñados para familiarizarlo con algunos procedimientos y detalles involucrados en el moldeamiento.

5.3.1 Procedimientos básicos

Identifique una conducta objetivo. Sea creativo. Elija una conducta que no ocurriría de manera espontánea pero que podría ser moldeada. Después de identificar la conducta objetivo, haga abajo una lista con las aproximaciones sucesivas a esa conducta.

Conducta objetivo: _____

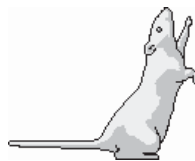
Aproximaciones sucesivas (nota: no hay un número establecido de aproximaciones sucesivas que deba proponer. Trate de descomponer la respuesta en varias conductas individuales).

El texto describe algunas variables que influyen en el éxito del moldeamiento. Revise esas páginas antes de realizar el ejercicio que se presenta a continuación. Como verá, para que el moldeamiento sea eficaz es necesario que logre un buen equilibrio entre el reforzamiento y el no reforzamiento.

Preguntas conceptuales

Imagine que está tratando de entrenar a un tigre para que acerque el hombro a un costado de su jaula de modo que el veterinario pueda tomar una muestra de sangre. El moldeamiento de esta conducta requiere varios pasos (por ejemplo, hacer que el tigre se mueva al lado deseado de la jaula, que presente el lado correcto del cuerpo, que presione el hombro contra la jaula y que se mantenga quieto mientras se realiza el procedimiento).

- 1) Identifique las conductas iniciales, intermedias y objetivo.
- 2) ¿Cómo podría dificultar la obtención de la respuesta objetivo final el hecho de proporcionar demasiado reforzamiento a una de las conductas intermedias?
- 3) ¿Cómo podría dificultar la obtención de la respuesta objetivo final el hecho de no reforzar en exceso una respuesta intermedia?



APLICACIÓN DE SNIFFY

La realización de los ejercicios 22 y 23 (páginas 147 y 148) le darán práctica en el entrenamiento del comedero y el moldeamiento de Sniffy. Los ejercicios también le permitirán familiarizarse con los registros acumulativos. En el capítulo 6 del texto encontrará más detalles sobre los registros acumulativos. Quizá quiera tratar de resolver algunos de los ejercicios más avanzados de moldeamiento que se presentan en el capítulo 14 de su manual de Sniffy.

5.4 Procedimientos del condicionamiento instrumental

La terminología que describe los diferentes procedimientos del aprendizaje instrumental es relativamente sencilla. Es bastante fácil definir términos como reforzamiento positivo y castigo. Sin embargo, puede ser difícil aplicar esos términos a diversos escenarios en que ocurre el aprendizaje instrumental. La **tabla 5.1** del texto, que se reproduce a continuación, enumera los procedimientos del condicionamiento instrumental, la contingencia entre respuesta y resultado y sus efectos sobre la respuesta. Tómese unos momentos para revisar los contenidos de la **tabla 5.1**

TABLA 5.1

Tipos de procedimiento de condicionamiento instrumental

Nombre del procedimiento	Contingencia entre respuesta y resultado	Resultado del procedimiento
Reforzamiento positivo	<i>Positiva:</i> La respuesta produce un estímulo apetitivo.	<i>Reforzamiento</i> o incremento en la tasa de respuestas.
Castigo (castigo positivo)	<i>Positiva:</i> La respuesta produce un estímulo aversivo.	<i>Castigo</i> o disminución en la tasa de respuestas.
Reforzamiento negativo (escape o evitación)	<i>Negativa:</i> La respuesta elimina o impide la presentación de un estímulo aversivo.	<i>Reforzamiento</i> o incremento en la tasa de respuestas.
Entrenamiento por omisión (RDO)	<i>Negativa:</i> La respuesta elimina o impide la presentación de un estímulo apetitivo.	<i>Castigo</i> o disminución en la tasa de respuestas.

Resulta útil que practique la aplicación de esos cuatro resultados a situaciones reales. En las siguientes páginas se presentan descripciones breves de conductas comunes que pueden cambiar como resultado del condicionamiento instrumental. Léalas y reflexione acerca de la conducta descrita, la consecuencia y el probable efecto de la consecuencia sobre la conducta. Para cada ejemplo, **1)** identifique la conducta, **2)** la contingencia entre respuesta y resultado (positiva o negativa) y **3)** el nombre del procedimiento presentado en la columna izquierda de la **tabla 5.1** (reforzamiento positivo, castigo, reforzamiento negativo y entrenamiento por omisión).

1) Amy solía conducir a una velocidad de 112 kilómetros por hora en una zona con un límite de velocidad de 72 kilómetros por hora hasta que recibió una multa por exceso de velocidad por \$500 dólares.

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

2) El profesor de literatura de Raquel la felicitó por su habilidad de redacción y ella se inscribió luego a varios cursos de composición literaria.

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

3) Geoff fue expulsado de la escuela por copiar. (Suponga en este ejemplo que el muchacho quiere regresar a la escuela.)

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

4) Cory hace ejercicio en el gimnasio y se presionó tanto que cayó enfermo.

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

- 5) Stephanie le compra a Eric una golosina para que el niño termine su berrinche público. Desde la perspectiva de Stephanie, ¿qué es lo que ella está aprendiendo, cuál es la contingencia entre respuesta y resultado y cuál es el procedimiento?

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

- 6) Una persona con adicción a la heroína empieza a sentir los síntomas de abstinencia y se inyecta otra dosis para librarse de las desagradables sensaciones.

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

- 7) Laura se queja con sus compañeros de uno de sus profesores. Sus compañeros están cansados de escucharla y dejan de mostrarle compasión.

Conducta:

Contingencia entre respuesta y resultado:

Procedimiento:

- 8) Marty observó una mejoría en su condición cardiovascular cuando el elevador de su edificio se descompuso y tuvo que subir a pie seis tramos de escaleras varias veces al día. Después de que repararon el elevador, Marty siguió subiendo por las escaleras.

Conducta:

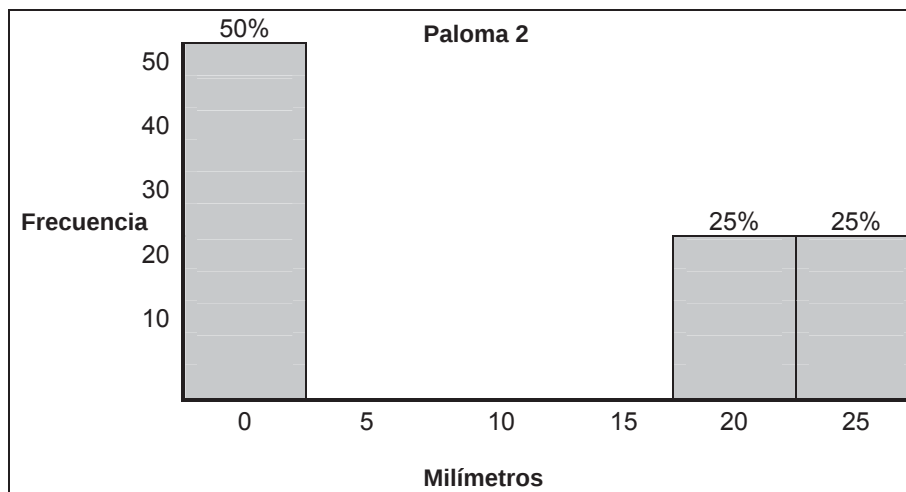
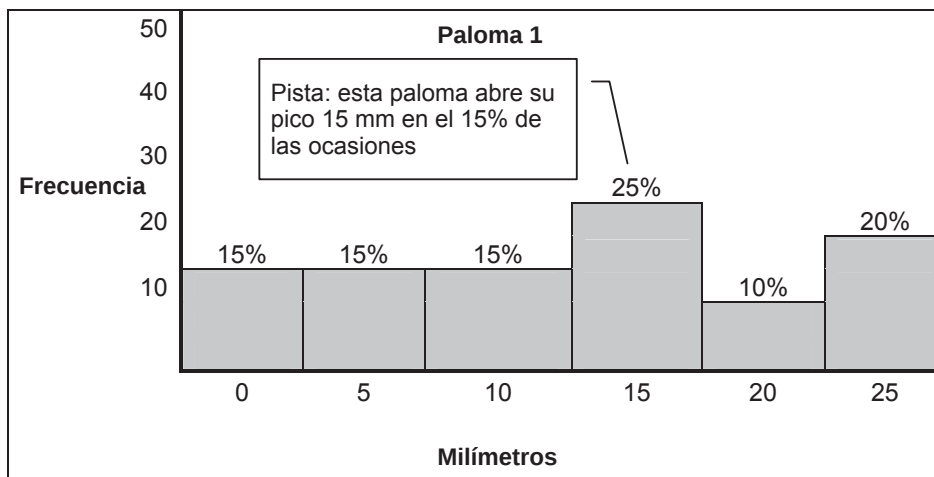
Contingencia entre respuesta y resultado:

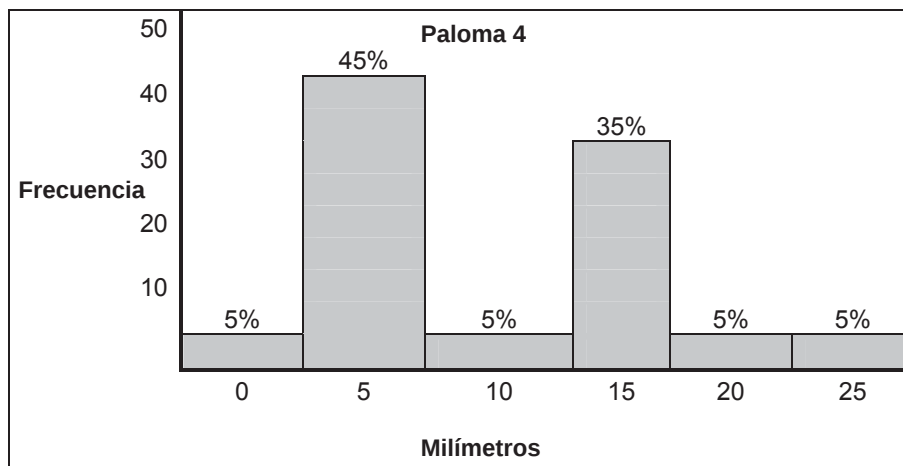
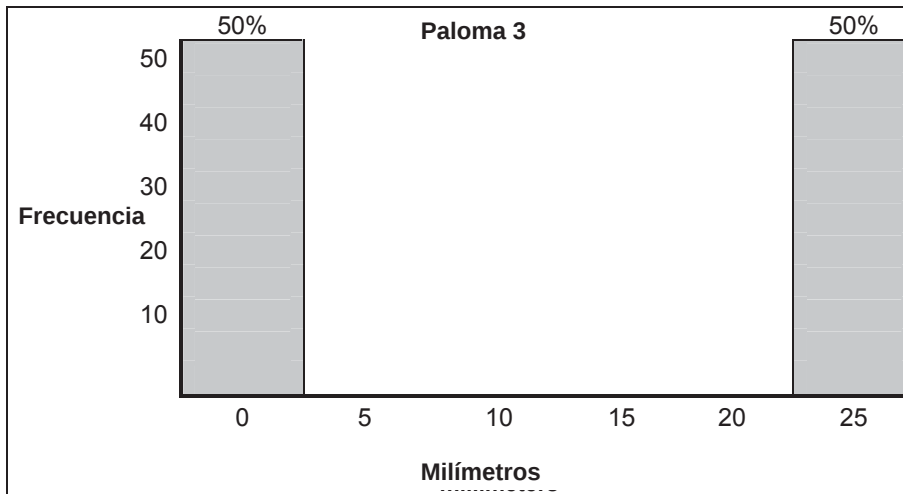
Procedimiento:

5.5 Relaciones entre respuesta y reforzador

5.5.1 Variabilidad y moldeamiento de la respuesta. Imagine que moldeó a cuatro palomas para que picotearan un disco de manera sistemática. Sin embargo, ahora quiere que las palomas picoteen el disco con el pico abierto. Este ejemplo se basa en un estudio realizado por Deich, Allan y Zeigler (1988). A continuación se presentan distribuciones de frecuencias que representan los datos hipotéticos de sus palomas. Las gráficas muestran el número de veces que cada paloma abrió el pico con diferentes anchos mientras picoteaban durante una sesión de línea base de una hora (0 milímetros = pico cerrado, 25 milímetros = pico bien abierto). Por ejemplo, la paloma 1 abrió el pico 15 mm en 25% de las ocasiones. El patrón de resultados varía de una paloma a otra, lo que representa una dificultad para su tarea.

Estudie cada gráfica que se presenta a continuación y responda las preguntas siguientes.





Nota: los datos son hipotéticos y se diseñaron para ilustrar conceptos y no para replicar los hallazgos de Deich y colaboradores.

Preguntas

- a) ¿Qué paloma mostró mayor variabilidad en la respuesta durante la fase de línea base?
¿En qué basa su conclusión?

b) ¿Qué paloma mostró la menor variabilidad? ¿En qué basa su conclusión?

Recuerde que esos datos representan niveles de respuesta en línea base. Ahora quiere tratar de moldear en esas cuatro palomas la topografía real de su conducta de picoteo.

c) ¿En cuál de las palomas podría moldear con mayor rapidez un picoteo con una separación de 25 mm? ¿Por qué?

d) ¿En cuál de las palomas podría moldear con mayor rapidez un picoteo con una separación de 10 mm? ¿Por qué?

e) ¿En cuál de las palomas podría moldear con mayor rapidez un picoteo con una separación de 0 mm? ¿Por qué?

A partir de la **página 168** del texto se presenta una exposición detallada sobre la relación entre respuestas y reforzadores. Por ejemplo, la contigüidad y la contingencia entre la respuesta y el reforzador son determinantes importantes del aprendizaje instrumental. Los ejercicios que se presentan a continuación lo ayudarán a entender mejor los diferentes papeles que tienen la contigüidad y la contingencia en el condicionamiento. Además, se presentan ejercicios que se enfocan en el efecto de desamparo aprendido.

5.5.2 Contigüidad y contingencia.

Para cada uno de los siguientes casos, indique si entre respuesta y resultado existe contigüidad, contingencia, ambas o ninguna. Los ejemplos de contigüidad deben indicar que el tiempo entre la respuesta y el reforzador es un factor crucial para el aprendizaje. Los ejemplos de contingencia deben indicar que la relación causal entre una respuesta y su consecuencia es fundamental para influir en la conducta.

- 1) John dobla a la izquierda mientras camina a la tienda y justo en ese momento empieza a llover.

Respuesta:

- 2) Mary compra un billete de lotería de “Ráscale” y gana veinte dólares.

Respuesta:

- 3) Peter, un poeta en ciernes, trata de que se publiquen sus poemas y sigue presentándolos a las revistas aunque ninguna lo ha aceptado todavía.

Respuesta:

- 4) Toby despertó sintiéndose triste. En un esfuerzo por sentirse mejor sale a trotar. Esto lo saca gradualmente de su malestar.

Respuesta:

- 5) A Joe le gusta el boliche y siempre lleva una camisa especial a los juegos importantes.

Respuesta:

5.5.3 Desamparo aprendido

(Revise la página 177) Describa una situación en la que no tenga control sobre un estímulo aversivo. ¿Cómo podría reducir los efectos perjudiciales de esta experiencia?

CAPÍTULO 6 Programas de reforzamiento y conducta de elección

El **capítulo 6** cubre un tema muy importante en el aprendizaje operante. Los programas de reforzamiento y su impacto sobre las tasas de respuesta son un área de gran interés para los psicólogos. El texto describe diversos tipos de programas. Los ejercicios que se presentan a continuación están diseñados para darle práctica en la identificación de los programas y para ayudarlo a entender la manera en que cada programa influye en la respuesta. También examinaremos algunas aplicaciones de la investigación sobre los programas de reforzamiento, como la conducta de elección. Los ejercicios de la **sección 6.1** proporcionan una perspectiva general de algunas características generales de los registros acumulativos. La **sección 6.2** pretende familiarizarlo con las diferencias entre los programas intermitentes de reforzamiento, es decir, la manera en que los programas intermitentes influyen en las tasas de respuesta. La **sección 6.3** contiene ejercicios que lo ayudarán a entender la manera en que la conducta de elección es modelada mediante el uso de la ley de igualación. La **sección 6.4** abarca los temas del autocontrol y descuento del valor.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Distinguir entre respuesta acumulada y tasas de respuesta.
- Interpretar los registros acumulativos generados por diferentes programas de reforzamiento.
- Describir y comparar los diferentes tipos de programas intermitentes de reforzamiento.
- Aplicar los diferentes programas de reforzamiento a situaciones reales.
- Describir y aplicar la ley de igualación.
- Aplicar los conceptos de autocontrol y descuento del valor.

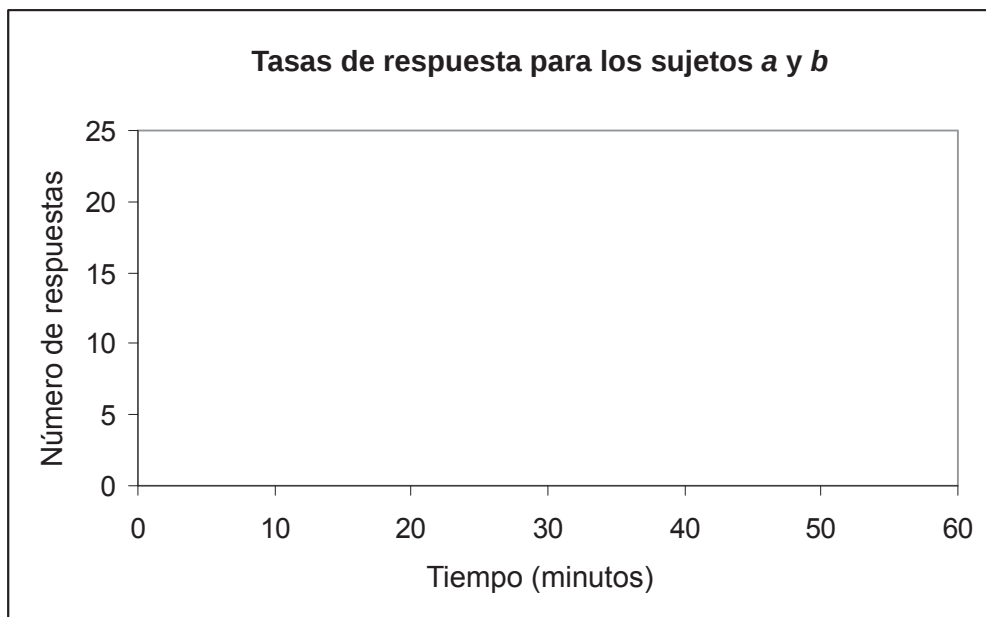
6.1 Registros acumulativos de la respuesta

Los registros acumulativos se presentaron en la **página 188** del texto. Aquí veremos con mayor detalle dichos registros, de modo que primero practicaremos su uso e interpretación.

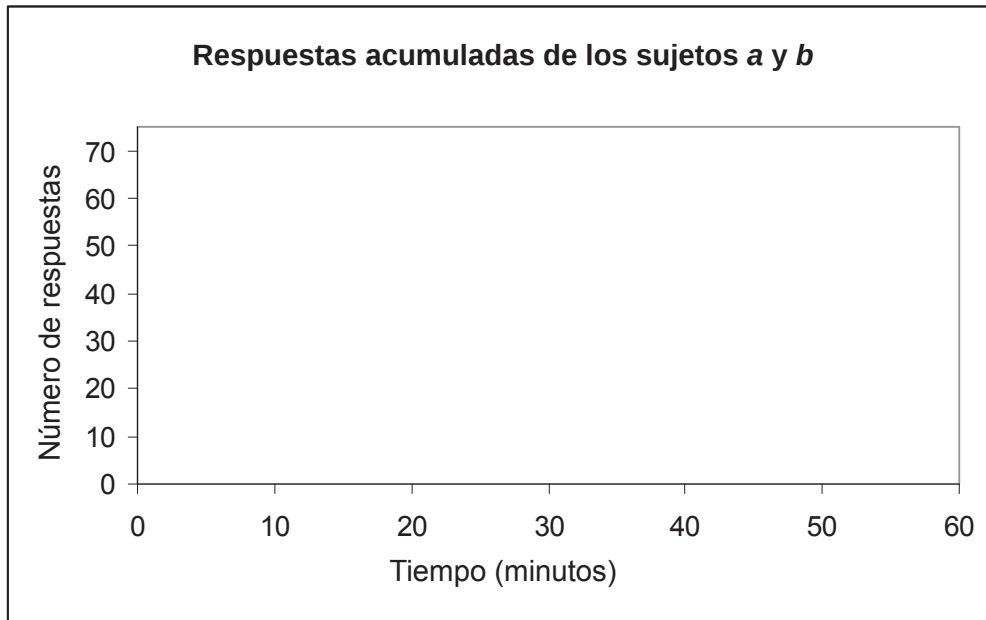
6.1.1 Trazado de los datos: tasas de respuesta contra respuesta acumulada. A continuación se presentan los datos de la respuesta de operante libre en un periodo de 60 minutos para dos sujetos.

Minuto	Respuestas del sujeto <i>a</i> en bloques de 10 minutos	Respuestas acumuladas del sujeto <i>a</i>	Respuestas del sujeto <i>b</i> en bloques de 10 minutos	Respuestas acumuladas del sujeto <i>b</i>
0	0	0	1	
10	2	2	4	
20	3	5	6	
30	6		11	
40	14		14	
50	18		23	
60	20		30	

En la gráfica en blanco que se presenta abajo, trace el número de respuestas para cada periodo de 10 minutos en ambos sujetos. Asegúrese de etiquetar con claridad las dos líneas separadas de su gráfica.



A la derecha de los datos presentados arriba para cada sujeto hay celdas en blanco para introducir las respuestas acumuladas a lo largo del tiempo. Llene esas celdas. Utilice esos datos para graficar las respuestas acumuladas de los sujetos *a* y *b* en la gráfica en blanco que se presenta abajo.



Preguntas

a) ¿Cuál fue el promedio general de la tasa de respuestas al final de 10 minutos para:

Sujeto *a* _____

Sujeto *b* _____

b) Vea la gráfica del registro acumulativo presentada arriba. Suponiendo que ambos sujetos estaban en el mismo programa de reforzamiento, ¿qué sujeto puede haber recibido un reforzador de mayor calidad? Justifique su respuesta.

6.2 Programas simples de reforzamiento intermitente

Entre los programas simples de reforzamiento se incluyen el programa de reforzamiento continuo (RFC), de razón fija (RF), de razón variable (RV), así como los programas de intervalo fijo (IF) e intervalo variable (IV). En este ejercicio vamos a enfocarnos en los programas intermitentes de reforzamiento, los programas de RF, RV, IF e IV. A continuación se reproduce la **figura 6.2** del texto porque en los ejercicios siguientes haremos referencia a ella en varias ocasiones. Antes de continuar revise por favor esta figura y lea la leyenda.

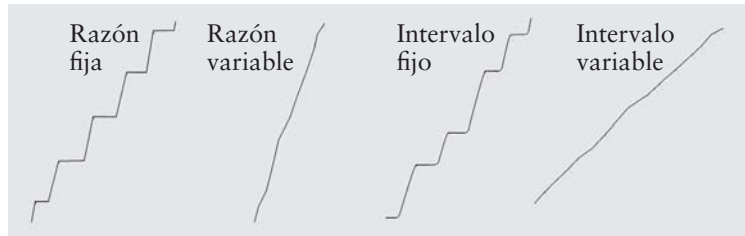


FIGURA 6.2

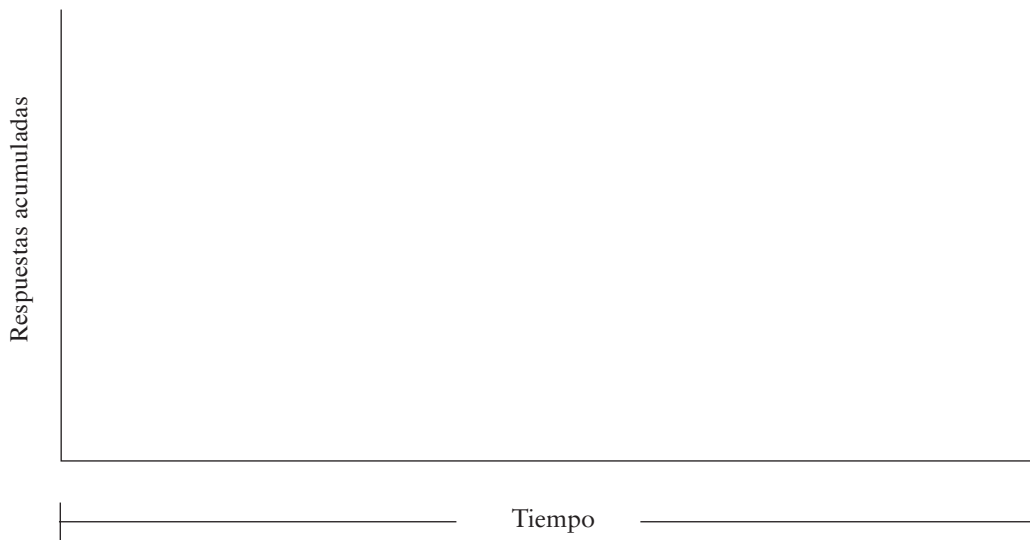
Muestras de los registros acumulativos de diferentes palomas que picoteaban una tecla de respuestas en cuatro programas simples de reforzamiento alimenticio: razón fija 120, razón variable 360, intervalo fijo cuatro minutos e intervalo variable dos minutos. (Tomado de *Schedules of Reinforcement*, por C. B. Ferster y B. F. Skinner, 1957, Appleton-Century-Crofts.)

Preguntas

6.2.1 Programas de razón fija (RF) y de razón variable (RV)

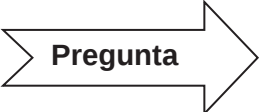
- a) ¿Cómo influye el incremento en la razón exigida (por ejemplo, de un RF 20 a un RF 50) en la respuesta reforzada por programas de RF? (pista: vea la **página 190** del texto).

- b) En la **figura 6.2** presentada arriba, revise la curva de respuesta acumulada en RF. En la figura en blanco que se presenta abajo, llene una probable curva acumulativa de respuestas para un sujeto sometido a un RF 20 y un sujeto bajo un programa RF 40. Asegúrese de incluir las pausas posreforzamiento y marcas donde haya ocurrido el reforzamiento.



- c) ¿A qué se debe que los programas de razón variable suelen mantener tasas estables de respuesta?
- d) Imagine que tiene dos sujetos que fueron reforzados con dos diferentes programas de RV. El sujeto 1 fue reforzado después de emitir los siguientes números de respuestas: 4, 6, 4, 7, 2, 1, 4. El sujeto 2 fue reforzado después de 10, 10, 15, 20, 15, 12, 16 respuestas. ¿Bajo qué tipo de programas de RV estuvieron esos dos sujetos?
- Sujeto 1 _____
- Sujeto 2 _____
- e) ¿Qué se entiende por “tensión de la razón”, describa cómo incrementaría una razón de un programa de reforzamiento continuo (RFC) a una RF 50.

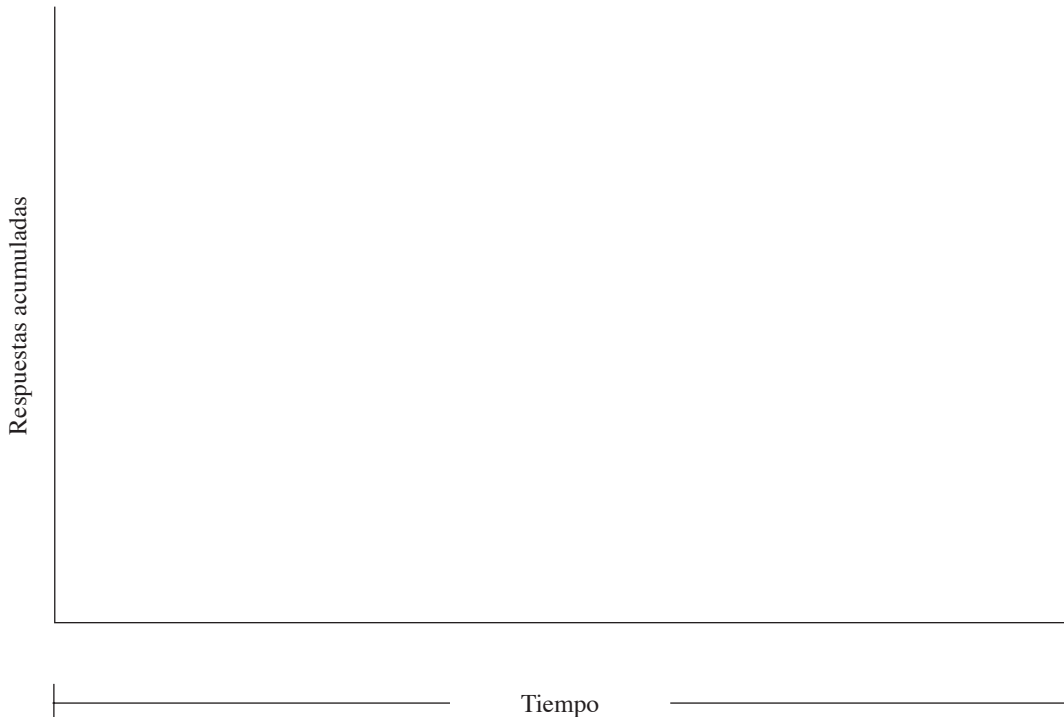
6.2.2 Programas de intervalo fijo (IF) y de intervalo variable (IV)



Pregunta

- a) Revise en la **figura 6.2** que se presenta arriba los registros acumulativos de los programas IF e IV. Explique por qué el registro del sujeto con el programa IF es diferente al registro del sujeto con el programa IV.

- b) Imagine que llevando dos cursos en los cuales cada profesor planea aplicar 10 exámenes a lo largo del semestre. Un profesor aplica exámenes sorpresa y el otro aplica exámenes programados. En la gráfica en blanco que se presenta a continuación, trace dos curvas de respuesta acumulada factibles que representen sus esfuerzos de estudio para ambas clases. Asegúrese de identificar qué línea corresponde a qué curso (exámenes sorpresa contra exámenes programados).



6.2.3 Aplicaciones de los programas de reforzamiento. Los estudiantes suelen encontrar sencillas las definiciones de cada programa de reforzamiento, pero les resulta un poco más difícil la aplicación real de esos programas. En este ejercicio adquirirá práctica en la aplicación de los programas de reforzamiento. En la columna de la izquierda aparecen diferentes escenarios que describen distintos programas. En la columna de la derecha responda las preguntas planteadas en cada escenario. Advierta que no todas las respuestas requieren un número para una respuesta. Puede ser necesario que escriba una explicación para resolver una pregunta.

Escenario	Respuesta
1) ¿Cuántos reforzadores puede obtener en una hora un sujeto sometido a un programa RF 5?	
2) ¿Cuál es la cantidad máxima de reforzadores disponibles por hora en un programa IV 2 minutos?	
3) ¿Cuál es la cantidad máxima de reforzadores disponibles por hora en un programa RV 2?	
4) ¿En qué difieren los escenarios #2 y #3 que se presentan arriba?	
5) Un sujeto recibe 20 reforzadores en un programa IV 3 minutos (en una hora). ¿Cuántos reforzadores recibiría si duplica su tasa de respuesta?	

A continuación se presenta una lista de ejemplos en que se entrega el reforzamiento de acuerdo a algún tipo de programa descrito en las **páginas 187-194** del texto. Identifique el programa de reforzamiento ilustrado en esos ejemplos utilizando las siguientes abreviaturas: razón fija = RF, razón variable = RV, intervalo fijo = IF, intervalo variable = IV.

Recuerde,

- “Razón” se refiere a los programas en que el reforzamiento se entrega de acuerdo a cuántas veces responde un sujeto.
- “Intervalo” se refiere a la cantidad de tiempo que debe pasar desde el último reforzador antes que el reforzamiento esté disponible.
- Tenga en mente que esos programas se basan en procedimientos experimentales de laboratorio. Se aplican a situaciones reales, pero en ocasiones debe ser un poco flexible para hacer la aplicación.

- 1) A una niña pequeña se le permite salir sola a jugar con sus amigas con la condición de que se reporte con su madre cada 30 minutos. Cada vez que se reporta en el tiempo acordado se le refuerza con elogios. **Respuesta:** _____

- 2) Los exámenes sorpresa son un motivador común que usan los profesores para fomentar el estudio del material de manera regular y la asistencia a clases. ¿Cuál de los cuatro programas está siendo usado por los profesores que aplican a sus alumnos exámenes sorpresa? **Respuesta:** _____

- 3) Jugar en las máquinas tragamonedas de los casinos a veces proporciona ganancias siempre que la persona realice la respuesta operante de depositar dinero en la máquina y de jalar la palanca. **Respuesta:** _____

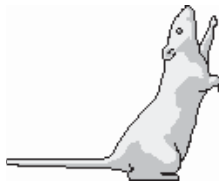
- 4) Checar su correo de voz para ver si han llegado mensajes nuevos. **Respuesta:** _____

- 5) Un trabajador de una fábrica que es pagado a destajo (por ejemplo, que tiene que ensamblar cierta cantidad de unidades para recibir dinero). **Respuesta:** _____

- 6) En contraste con pescar desde la comodidad de su bote, la pesca con mosca implica lanzar y enrollar frecuentemente el sedal antes de atrapar un pez. ¿Bajo qué tipo de programa está una persona que pesca con mosca? (pista: entre más lanzamientos haga mejores son sus posibilidades). **Respuesta:** _____

- 7) ¿Qué tipo de programa experimenta un vendedor al que se le paga sólo por comisiones? **Respuesta:** _____

- 8) Una estación de radio anuncia que regalará un boleto para un concierto a la décima persona que llame cuando se toque una determinada canción entre las 9 y 10 am. **Respuesta:** _____
- 9) El contrato de un ejecutivo especifica que cada seis meses se negociarán aumentos de salario. **Respuesta:** _____
- 10) Un conserje toma un descanso después de cada piso limpiado. **Respuesta:** _____



APLICACIÓN DE SNIFFY

Los ejercicios 31-35 (páginas 181-185) le permitirán practicar el condicionamiento bajo varios programas de reforzamiento.

6.3 Programas, elección y la ley de igualación

Hasta aquí, nuestros ejemplos de los programas de reforzamiento constan de situaciones en que un sujeto responde en un programa, aunque después de leer en el texto acerca de la conducta de elección (**a partir de la página 198**), debe haberse percatado que a menudo nos encontramos con varios programas diferentes al mismo tiempo. Más todavía, podemos hacer elecciones acerca de cómo responder a los diferentes programas y el grado en que respondamos es proporcional al grado en que encontramos reforzamiento. La ley de igualación resume la relación entre esfuerzo y reforzamiento usando una sencilla ecuación que aquí se repite:

$$R_I/R_D = r_I/r_D$$

Donde R_I y R_D son respuestas o conductas y r_I y r_D son las tasas de reforzamiento correspondientes.

Recuerde que la ley de igualación propone que la tasa relativa de cada conducta es igual a la tasa relativa de reforzamiento que se proporciona para esa conducta. Por consecuencia, si conocemos las tasas relativas de reforzamiento, entonces deberíamos ser capaces de predecir las tasas relativas de respuesta en esos programas. Los siguientes ejercicios le darán alguna práctica en el uso de la ley de igualación.

6.3.1 Utilización de las ecuaciones de la ley de igualación. Imagine que se divierte con un juego de video en el que puede presionar botones para hacer que sucedan cosas en la pantalla. Hay dos botones (izquierdo, R_A , y derecho, R_B) que puede presionar y las consecuencias sobre la pantalla (los reforzadores) están programados de acuerdo a dos programas de reforzamiento distintos. Con base en lo anterior:

- a) Llene el valor faltante para satisfacer la ley de igualación en los dos escenarios que se presentan abajo.

Respuestas a la izquierda (R_I) 25
Reforzadores a la izquierda (r_I) 100

Respuestas a la izquierda (R_I)
Reforzadores a la izquierda (r_I) 12

Respuestas a la derecha (R_D) 20
Reforzadores a la derecha (r_D) ____

Respuestas a la derecha (R_D) 80
Reforzadores a la derecha (r_D) 96

Respuestas a la izquierda (R_I) 25
Reforzadores a la izquierda (r_I) 100

Respuestas a la izquierda (R_I)
Reforzadores a la izquierda (r_I) 12

Respuestas a la derecha (R_D) 20
Reforzadores a la derecha (r_D) ____

Respuestas a la derecha (R_D) 80
Reforzadores a la derecha (r_D) 96

Preguntas

Suponga ahora que la respuesta es reforzada con un programa IF5" en el lado IZQUIERDO y con un programa IF20" en el lado DERECHO. Según la ley de igualación, ¿qué porcentaje de la cantidad total de tiempo debería dedicarse al lado IZQUIERDO y al lado DERECHO?

IF5": ____%

IF20": ____%

- b) Digamos que tenemos dos programas concurrentes y que los reforzadores se distribuyen de la siguiente manera $r_I = 65\%$ y $r_D = 35\%$. Dado lo anterior, ¿qué valores tendríamos para R_I y R_D si ocurriese un total de 200 respuestas?

$R_I =$

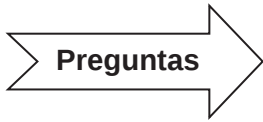
$R_D =$

- c) En la tabla que se presenta a continuación se proporciona el número de reforzadores entregados debajo de r_I y r_D . También se proporciona el número total de respuestas registradas en cada sesión de una hora. Dada esta información, introduzca los valores faltantes de la tabla para R_I y R_D . En otras palabras, ¿cuántas respuestas deberían ocurrir cuando las tasas de reforzamiento se distribuyen como se indica para r_I y r_D ?

R_I	R_D	r_I	r_D	Número total de respuestas registradas
		75	50	250
		1000	45	1253
		50	50	271
		12	26	50

- d) Hagamos ahora algunas predicciones acerca de las tasas de respuesta a partir de los tipos de programas concurrentes que estamos utilizando.

Calcule la proporción de respuestas que esperaría que un sujeto dedique a los programas concurrentes IV 20" e IV 30".



IV 20" _____

IV 30" _____

Suponga que se emitió un total de 1200 respuestas en el curso de este experimento. Escriba la ecuación de igualación para un programa concurrente IV 20" e IV 30", suponiendo que el sujeto obtuvo todos los reforzadores disponibles en cada alternativa de respuesta.

6.4 Autocontrol y descuento del valor

Una aplicación del condicionamiento instrumental se da en el autocontrol. A menudo enfrentamos situaciones en las que debemos elegir si obtenemos una recompensa de inmediato o si demoramos la recompensa. Ingerir una bebida dulce alta en calorías trae recompensas inmediatas. Beber un vaso de agua tiene recompensas a largo plazo, pues es una elección más saludable. Como aprendió en el capítulo 6 del texto, muchas veces enfrentamos elecciones acerca de la cantidad de reforzamiento. Además, los organismos son sensibles a la demora que interviene entre la realización de una respuesta y la obtención del reforzamiento. Los reforzadores suelen perder su valor cuando se impone una demora. Una recompensa de mil dólares justo en este momento se percibe como más valiosa que la misma cantidad pagada en cinco años. El descuento del valor describe este fenómeno. En los ejercicios que se presentan a continuación obtendrá práctica con los conceptos de autocontrol y descuento del valor.

6.4.1 Autocontrol. Describa una situación en la que a alguien le resultara difícil mostrar autocontrol. (Su respuesta puede incluir situaciones que impliquen gastar dinero, comer y consumir drogas, aunque no tiene que limitarse a esos casos.)

¿Cuáles son los dos reforzadores en esta situación? ¿Cómo difieren en su valor?

¿Qué reforzador ocurre con una demora más corta?

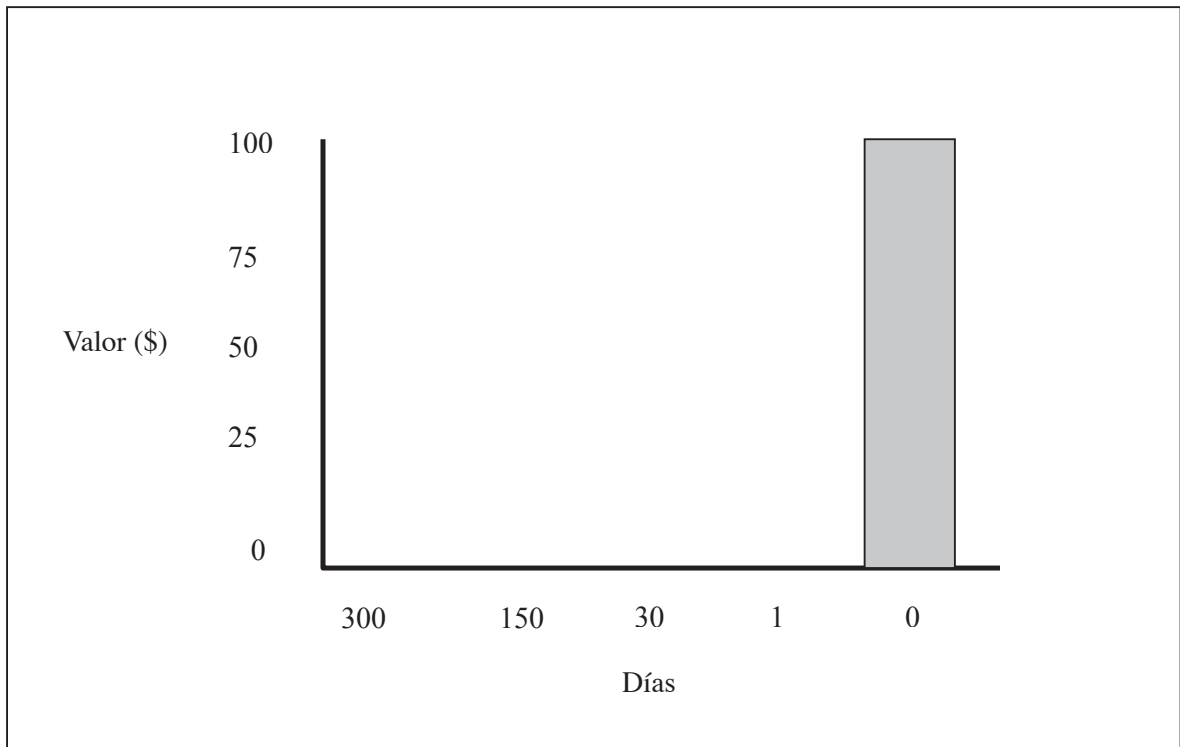
¿Qué tácticas podrían alentar el autocontrol en esta situación?

6.4.2 Descuento del valor. El descuento del valor se refiere al hecho de que el valor percibido de un reforzador es menor entre más tiempo tenga que esperar por él. El valor del reforzador es disminuido o descontado por el tiempo de espera o demora en la entrega del mismo (revise la **página 213**).

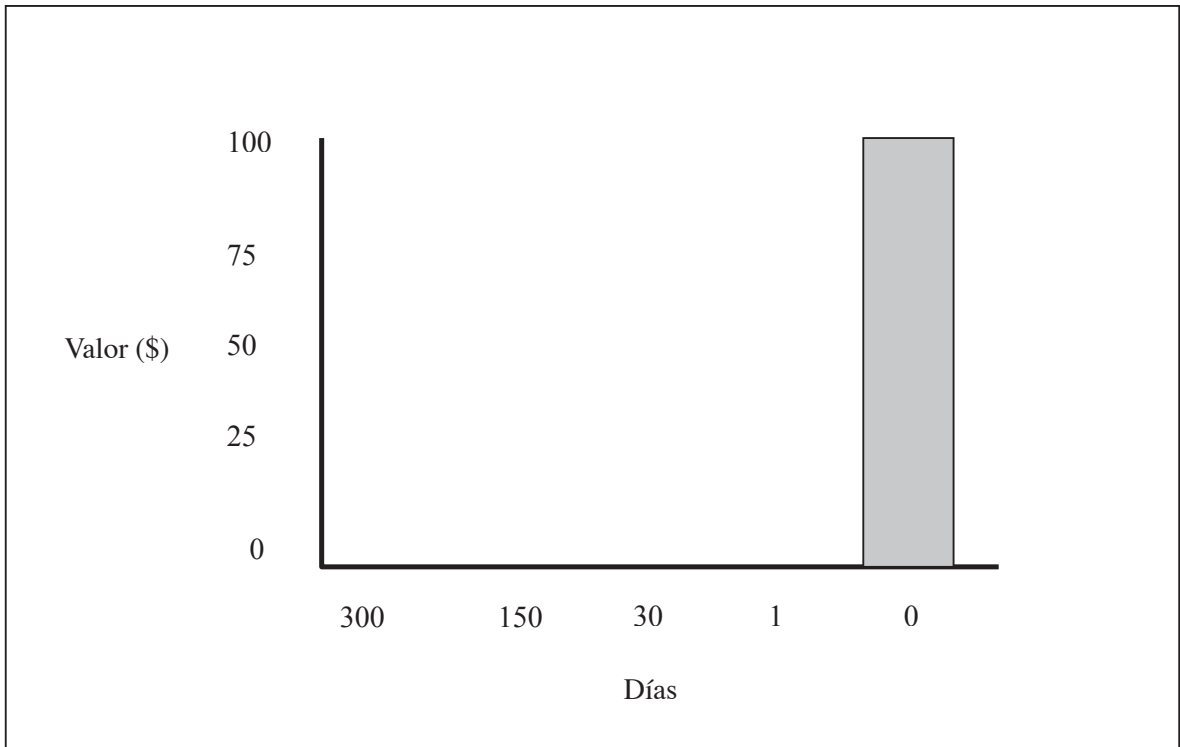
Considere el valor percibido de obtener 100 dólares hoy. Para ilustrar esto en términos concretos, en la tabla que se presenta abajo indique qué tan valiosos serían los 100 dólares para usted si recibe el dinero hoy, mañana, en 30 días, en 150 días o en 300 días a partir de ahora. Recuerde que le estamos preguntando el valor de los 100 dólares que usted percibe.

Demora de la entrega en días	Valor percibido de \$100
0	\$100
1	
30	
150	
300	

A continuación, grafique los valores que incluyó en la tabla anterior en los ejes que se presentan abajo. Dibuje una línea que conecte sus puntos en un formato similar al que vio en la **figura 6.9** de la **página 214** del texto. Advierta que en esta representación gráfica, la demora en la entrega del reforzador se traza de derecha a izquierda.



Supongamos que la función de descuento del valor que dibujó corresponde a un individuo con un funcionamiento normal. Para algunos tipos de individuos (por ejemplo, los dependientes a la heroína), el valor de la recompensa cae mucho más rápido entre más tengan que esperar para recibirla. En la gráfica que se presenta abajo, indique cómo luciría una función de descuento para alguien menos capaz de apreciar el valor de un reforzador demorado.



CAPÍTULO 7 Condicionamiento instrumental: mecanismos motivacionales

En los **capítulos 5 y 6** aprendió muchos de los diferentes conceptos y fenómenos del condicionamiento instrumental. Aquí pasamos al examen de los mecanismos subyacentes. El **capítulo 7** aborda dos aproximaciones generales al estudio de los mecanismos motivacionales del condicionamiento instrumental: la *estructura asociativa* y la *regulación conductual*. Exploraremos primero la estructura asociativa del condicionamiento instrumental. Es posible que el condicionamiento clásico tenga lugar en el curso del condicionamiento instrumental y que ayude a motivar la respuesta instrumental. Por consiguiente, los dos tipos de condicionamiento interactúan. En la **sección 7.1** se aplicarán diferentes métodos para examinar la naturaleza de esas interacciones. En contraste con las teorías asociativas, las teorías de la regulación conductual examinan el aprendizaje instrumental en el contexto de la orientación a metas y las restricciones que operan sobre las actividades conductuales en curso. La **sección 7.2** incluye ejercicios que lo ayudarán a aplicar los diferentes enfoques de la regulación conductual.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Comparar los enfoques de la estructura asociativa y la regulación conductual del condicionamiento instrumental.
- Identificar las diferencias entre las asociaciones E-R, E-C, R-C y E-(R-C) en el condicionamiento instrumental.
- Aplicar cada uno de esos cuatro tipos de asociaciones a nuevos ejemplos.
- Entender y aplicar el principio de Premack a nuevos ejemplos.
- Aplicar el concepto de punto de éxtasis conductual a sus propias experiencias.

7.1 La estructura asociativa del aprendizaje instrumental

Los ejercicios de esta sección están diseñados para ayudarle a identificar y entender distintas formas en que los psicólogos explican cómo subyacen las asociaciones a respuestas aprendidas de manera instrumental. Como recordará de la lectura de las primeras páginas del capítulo, los psicólogos examinan los mecanismos motivacionales del aprendizaje instrumental desde dos perspectivas: la estructura asociativa y la regulación conductual.

7.1.1 Distinción entre la estructura asociativa y la regulación conductual. La mayor parte del capítulo se dedica a esas dos aproximaciones, por lo cual empezaremos por compararlas. Para realizar este ejercicio debe prestar mucha atención a los párrafos introductorios en las **páginas 220-221** del texto.

En cada una de las siguientes afirmaciones, indique si se aplica mejor al enfoque de la estructura asociativa o al enfoque de la regulación conductual del análisis del condicionamiento instrumental y explique brevemente la razón.

En cada caso, **encierre en un círculo** la opción correcta:

1) Adopta un enfoque molar más que uno molecular.

estructura asociativa *regulación conductual*

¿Por qué?

2) Considera que los reforzadores son estímulos más que respuestas.

estructura asociativa *regulación conductual*

¿Por qué?

3) Se enfoca sólo en la respuesta instrumental involucrada en un determinado procedimiento de condicionamiento instrumental.

estructura asociativa *regulación conductual*

¿Por qué?

4) Ignora el concepto de optimalidad.

estructura asociativa *regulación conductual*

¿Por qué?

5) Ignora el concepto de expectativa de la recompensa.

estructura asociativa *regulación conductual*

¿Por qué?

6) Ignora los cambios en la respuesta reforzante.

estructura asociativa regulación conductual

¿Por qué?

7) Ignora el efecto de otros reforzadores disponibles.

estructura asociativa regulación conductual

¿Por qué?

8) Puede ser probada con el uso de experimentos de transferencia de control.

estructura asociativa regulación conductual

¿Por qué?

7.1.2 La estructura asociativa y la contingencia de tres términos. El texto hace una revisión detallada de la estructura asociativa del condicionamiento instrumental. Uno de los temas principales tratados aquí concierne a la forma en que se relacionan las partes de los tres principales componentes de un procedimiento de condicionamiento instrumental (estímulo-respuesta-consecuencia, E, R, C). En otras palabras, ¿cuáles de esos tres términos están asociados? ¿Cómo? Por ejemplo:

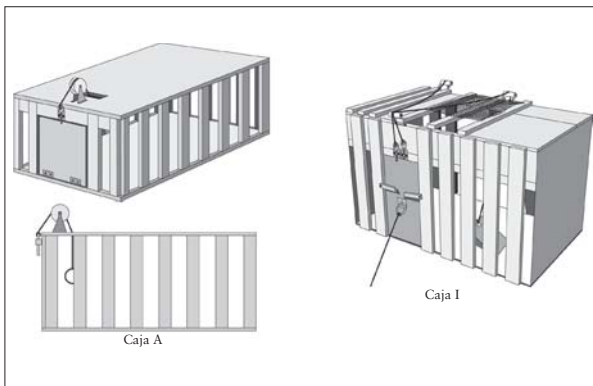
E-C: estímulo-consecuencia. Cuando una respuesta es seguida de cierta consecuencia (C) en presencia de un contexto estímulo (E), el estímulo (E) puede asociarse con la consecuencia (C). Una vez que esto sucede, E le informa al organismo que ocurrirá C.

E-R: estímulo-respuesta. La asociación se establece entre el contexto estímulo (E) y la respuesta que éste provoca. La consecuencia puede contribuir a crear la asociación, pero no se asocia con el estímulo antecedente ni con la respuesta.

R-C: respuesta-consecuencia. Se establece una asociación entre una respuesta y su consecuencia.

E-(R-C): estímulo-(respuesta-consecuencia). El contexto estímulo activa la asociación respuesta-consecuencia. Esta es una asociación de forma jerárquica.

La ley del efecto sostiene que las asociaciones son del tipo E-R. Sin embargo, como vio en el texto y en la lista presentada arriba, existen muchas otras formas de concebir la naturaleza asociativa del aprendizaje instrumental. El propósito del siguiente ejercicio es permitirle aplicar esas diferentes estructuras asociativas a un ejemplo común. Abajo se presentan las **figuras 5.1 y 5.2** que se reproducen del texto. Recuerde que Edward Thorndike examinó el aprendizaje por ensayo y error en gatos que trataban de escapar de las cajas mostradas a continuación. La curva de aprendizaje que también se muestra abajo es un ejemplo de los datos de Thorndike. Aunque el experimento parece bastante simple, puede ser conveniente que revise las **páginas 145-147** para refrescar su memoria de cómo funcionó.



Pregunta:

En relación con los procedimientos que utilizó Thorndike en la caja 1 de la **figura 5.1** presentada arriba, ¿cuál era

el estímulo?

la respuesta?

la consecuencia?

Para este ejercicio debe considerar cómo se aplica cada escenario del aprendizaje asociativo al ejemplo de aprendizaje en la caja problema. En los espacios que se presentan a continuación describa cómo se aplica el aprendizaje E-C, E-R, R-C y E-(R-C) al escape de los gatos de las cajas problema de Thorndike. Asegúrese de identificar exactamente qué se asocia y cómo se desarrolla esa asociación.

E-C:

E-R:

R-C:

E-(R-C):

Preguntas conceptuales

- 1) ¿Cuál es la razón para realizar un procedimiento de devaluación del reforzador?
¿Para qué tipo de asociación es más pertinente este procedimiento?

- 2) ¿Qué es la “expectativa de recompensa” y por qué es relevante para las asociaciones E-C?

- 3) Según la teoría de los dos procesos, ¿cómo modifica un EC la tasa de una respuesta instrumental? Describa un ejemplo que ilustre la manera en que esto sucede.

- 4) ¿Cómo puede estar involucrada una asociación E-(R-C) en la presión de palanca por comida en una caja de Skinner? En este caso, ¿cuál es el estímulo (E), la respuesta (R) y la consecuencia (C)?

- 5) Suponga que una rata reforzada con comida por presionar una palanca sólo aprende una asociación R-C. ¿Podría la asociación R-C por sí sola explicar la respuesta de presionar la palanca? Justifique su respuesta.

7.2 Regulación conductual

La perspectiva de la regulación conductual del condicionamiento instrumental es muy distinta de la perspectiva de la estructura asociativa que practicó antes. Tal vez recuerde del texto que una distinción fundamental es que las teorías de la regulación conductual se enfocan en las formas en que las contingencias limitan las conductas en curso de los organismos. Una teoría inicial, conocida como la teoría de la respuesta consumatoria, sostiene que el hecho de involucrarse en respuestas como comer, beber y tener sexo es inherentemente reforzante. Las teorías que ampliaron esta perspectiva, como el principio de Premack, dieron lugar a enfoques modernos de la regulación conductual. Los ejercicios que se presentan a continuación están diseñados para familiarizarlo con esas teorías relacionadas con la regulación conductual.

7.2.1 Principio de Premack. El principio de la probabilidad diferencial, o principio de Premack (presentado en la **página 236**) fue un hito en el camino a la perspectiva de la regulación conductual del condicionamiento instrumental. El principio de Premack sostiene que la probabilidad de la respuesta es una característica esencial del condicionamiento instrumental. Recuerde que Premack descartó la idea de que exista una distinción fundamental entre los reforzadores y las respuestas instrumentales. Una respuesta por sí misma puede funcionar como reforzador. De manera más concreta, puede utilizarse una respuesta con una elevada probabilidad para reforzar una respuesta menos probable. Por ejemplo, para muchos niños (y adultos), comer el postre es una respuesta más probable que comer vegetales. Hacer que la respuesta de comer el postre sea contingente a comer vegetales es una forma eficaz de incrementar la respuesta menos probable de comer vegetales.

En la **página 238** del texto se describe un experimento con ratas realizado por Premack. Las respuestas involucradas eran correr en la rueda de actividad y beber. Premack diseñó el experimento para probar el principio de probabilidad diferencial con esas dos respuestas. Antes de continuar con el ejercicio, revise por favor ese estudio.

La **figura 7.5** del texto, reproducida a continuación, diagrama otro experimento que Premack (1965) llevó a cabo con niños. Abajo de esta figura hay una serie de gráficas en blanco. Para realizar este ejercicio, primero revise el estudio de Premack (1965) descrito en la **página 237** del texto y piense en los resultados. A continuación, llene las gráficas en blanco con los probables resultados del estudio (pista: utilice la **figura 7.5** como guía). Asegúrese de etiquetar los ejes de las gráficas.

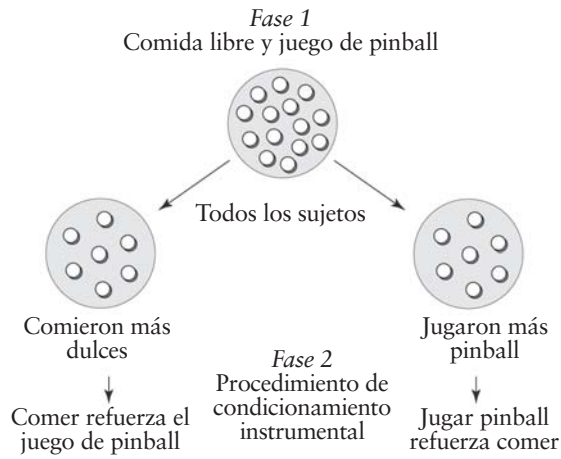


FIGURA 7.5

Diagrama del estudio de Premack (1965).

7.2.2 El punto de éxtasis conductual. Una suposición fundamental de la regulación conductual es el concepto del *punto de éxtasis conductual*, este concepto se revisa en las **páginas 241-244** y sería útil que revisara esas páginas antes de resolver los ejercicios siguientes. Probablemente advierta ciertas semejanzas entre el punto de deleite conductual y el principio de Premack. Las teorías de la regulación conductual suponen que en condiciones de línea base libre existe una distribución óptima de las actividades. Cuando no hay restricciones en las actividades que podemos realizar las organizamos de acuerdo con los niveles que a nivel personal nos resultan óptimos. Sin embargo, a veces tenemos que involucrarnos en actividades poco preferidas más de lo que nos gustaría. Esto se debe a que existen contingencias instrumentales que ocasionan desviaciones de la distribución óptima de actividad. Antes de realizar los ejercicios que se presentan en seguida, revise la **figura 7.8** que se reproduce a continuación.

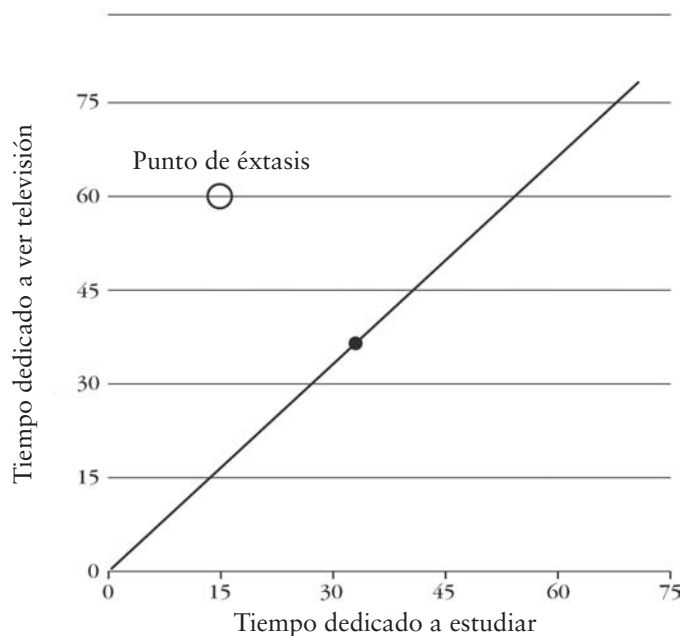
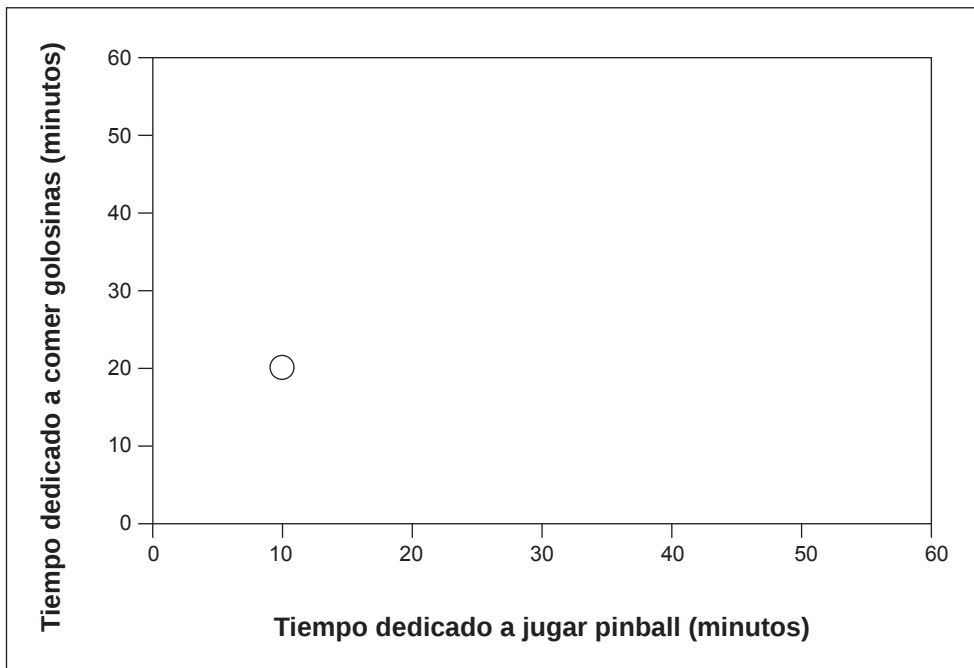


FIGURA 7.8

Asignación de la conducta entre ver televisión y estudiar. El círculo abierto muestra la asignación óptima, o punto de éxtasis conductual, que se obtiene cuando no hay restricciones en ninguna actividad. La línea del programa representa un programa de reforzamiento en que se requiere que el estudiante estudie la misma cantidad de tiempo que puede ver televisión. Advierta que una vez que se impone este programa de reforzamiento, ya no es posible que el estudiante logre el punto de éxtasis conductual. El programa priva al estudiante del acceso a la televisión y lo obliga o motiva a incrementar el estudio.

La figura que se presenta en seguida traza el punto de éxtasis conductual (círculo claro) de una niña a la que se dio la oportunidad de jugar pinball y de comer golosinas en condiciones sin restricciones. Como puede ver, en el punto de éxtasis conductual la niña dedica 20 minutos a comer golosinas y 10 minutos a jugar pinball. Por consiguiente, en la línea base o punto de éxtasis conductual la razón entre comer y jugar pinball era de 2:1. La línea en la gráfica es una línea de contingencia que representa la razón cuando se introduce un procedimiento de contingencia instrumental que restringe las elecciones de la niña. La contingencia instrumental representada por la línea requiere que la niña cambie de su línea base o nivel de “éxtasis” de respuesta a un nivel en que dedica 10 minutos a comer golosinas por cada 40 minutos que dedica a jugar pinball. De este modo, la razón de los tiempos dedicados a las dos respuestas requeridas por el procedimiento instrumental es de 1:4. Dibuje un punto en la línea de contingencia que muestre la manera en que el niño va a redistribuir su conducta en la contingencia 1:4.



Preguntas conceptuales

- 1) Si la niña insistiera en dedicar tanto tiempo a comer cuando el procedimiento instrumental está en función, tal como lo hacía en el punto de éxtasis conductual, ¿cuánto tiempo tendría que dedicar a jugar en la máquina de pinball?

- 2) Si insiste en jugar con la máquina de pinball tanto tiempo como lo hacía durante el punto de éxtasis conductual, ¿cuánto tendría que dedicar a comer?

- 3) En el ejemplo anterior, el punto de éxtasis conductual implica dedicar 20 minutos a comer y 10 minutos a jugar pinball. De acuerdo con el principio de Premack, ¿jugar pinball podría reforzar a comer como respuesta instrumental? ¿Por qué? ¿Comer podría reforzar a jugar pinball como respuesta instrumental? ¿Por qué?

- 4) Dada la línea del programa, ¿puede la niña regresar al punto de éxtasis conductual? Si no es posible, ¿cómo tiene que redistribuir su conducta en esas condiciones?

De acuerdo con la hipótesis de privación de respuesta, una actividad funcionará como reforzador si se restringe el acceso a dicha respuesta a un tiempo menor del que probablemente la realizaría el sujeto en condiciones de línea base o no restringidas. Dado el punto de éxtasis conductual identificado en la figura anterior, responda las siguientes preguntas utilizando la hipótesis de privación de respuesta.

- 5) ¿Cómo podría jugar pinball reforzar a comer como la respuesta instrumental?

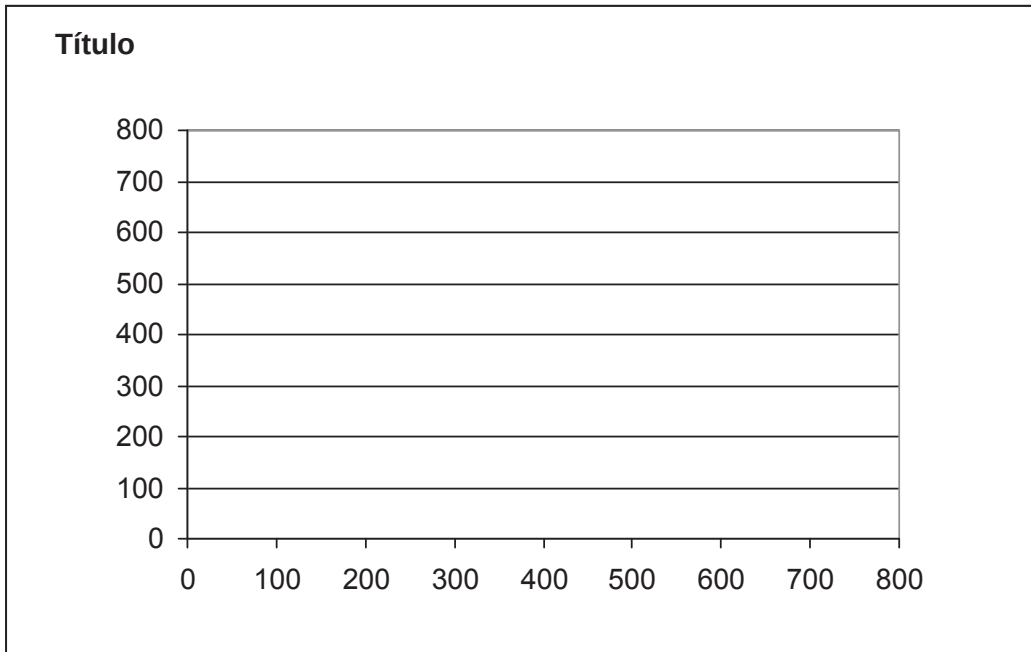
- 6) ¿Cómo podría comer reforzar a jugar pinball como la respuesta instrumental?

7.2.3 Aplicación personal. El siguiente ejercicio le pide aplicar el enfoque del punto de éxtasis conductual a sus propias actividades. Primero piense en el tiempo que dedica a diversas acciones en un día normal de la semana. ¿Cuánto tiempo, en minutos, pasa en clases, con sus amigos, comiendo, en el trabajo, etcétera? Seguramente los números varían según el día de la semana, el momento del semestre, etcétera. Puede ser útil elegir un día particular de la semana en que participe en la mayor parte de las actividades de su lista. Los números que resulten probablemente serán diferentes de los que tendría en condiciones menos restringidas. Tal vez la forma en que asigna su tiempo en las vacaciones de invierno o primavera reflejen mejor su nivel de línea base de la respuesta en diversas actividades como ver televisión, pasar tiempo con amigos, hacer ejercicio, etcétera. El ejercicio que se presenta a continuación compara la forma en que asigna su tiempo en condiciones con y sin restricciones.

En la columna de la izquierda enliste cinco actividades comunes en las que participa durante un periodo de 24 horas. Debajo de la columna Real indique la cantidad estimada de tiempo (en minutos) que dedica a esas actividades durante un día normal de la semana que incluya clases, estudio, trabajo, sueño, etcétera. El tiempo que dedique a las actividades reales debe reflejar las restricciones que experimenta con su atareado horario escolar. Debajo de la columna Ideal calcule la cantidad de tiempo (en minutos) que dedicaría a cada actividad en condiciones ideales o sin restricciones. En cada columna incluya las actividades de la más frecuente a la menos frecuente. (Nota: es de suponer que va a incluir el trabajo escolar como una actividad. De ser así, trátelo como una categoría general que incluya asistir a clase, hacer tareas, estudiar, etcétera.)

	Actividad	Cantidad real de tiempo dedicado (minutos)	Cantidad ideal de tiempo dedicado (minutos)
1			
2			
3			
4			
5			

De las cinco actividades que mencionó arriba, elija dos de las condiciones **ideales**. En la gráfica que se presenta a continuación, trace el punto de éxtasis conductual entre ambas actividades. Asegúrese de etiquetar los ejes de la gráfica y de escribir un título. Luego, trace en la gráfica el punto **real** para las mismas actividades. Conecte este punto con el origen de eje de la abscisa y la ordenada.



- 1) ¿Cuál es la razón del tiempo dedicado a las dos actividades que eligió bajo las condiciones reales?

- 2) ¿Cuál es la razón del tiempo dedicado en condiciones ideales (el punto de éxtasis conductual)?

- 3) ¿Qué actividad está más lejos del punto de éxtasis conductual bajo las condiciones reales?

- 4) ¿Podría pensar en un sustituto para una de las actividades? ¿Qué requisitos instrumentales se necesitan para tener acceso a este sustituto? ¿Cuál sería el impacto de tener acceso al mismo?

CAPÍTULO 8

Control de la conducta por el estímulo

El capítulo 8 abarca algunos procesos comunes que se encuentran tanto en el condicionamiento instrumental como en el condicionamiento clásico. Esos procesos son la generalización, la discriminación y el control por el estímulo, y reflejan las interacciones dinámicas que ocurren entre los organismos y los estímulos que experimentan. En este punto es probable que pueda apreciar la importancia de la flexibilidad y la selectividad en lo que se refiere al aprendizaje. Los ejercicios que se presentan a continuación están diseñados para mejorar su comprensión de los detalles de la forma en que se estudian esos procesos y la manera en que operan. Primero examinaremos algunos aspectos básicos de cómo se mide el control por el estímulo enfocándonos en los procesos de discriminación y generalización (**sección 8.1**). Luego vamos a considerar algunos de los factores que influyen en el control por el estímulo y se le pedirá que aplique esos factores a sus propias experiencias (**sección 8.2**). Los ejercicios de la **sección 8.3** están diseñados para familiarizarlo con los detalles de cómo se estudia el control por el estímulo. La mayor parte de los estudios sobre los que leerá tratan con estímulos que son *discretos*, es decir, por lo general aparecen por un breve periodo. No obstante, muchas de nuestras respuestas también están bajo el control de características contextuales más generales de nuestro ambiente.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Diferenciar los procesos de generalización y discriminación.
- Diferenciar entre el control por el estímulo en las respuestas condicionadas de manera instrumental y clásica.
- Identificar las formas en que se establece el control por el estímulo.
- Identificar varios factores que predisponen a los organismos al control por el estímulo.
- Describir la manera en la cual la experiencia con los estímulos influye en el control por el estímulo.

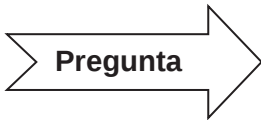
8.1 Medición del control por el estímulo

Los organismos deben ser capaces de determinar qué estímulos predicen la disponibilidad de un EI o un reforzador. En ocasiones un EC+ o un E+ pueden ser muy parecidos a los estímulos que NO señalan al EI (el EC-) o al reforzamiento (E-). Por ejemplo, hace mucho tiempo el sonido de los teléfonos celulares que anunciaba la llegada de una llamada era muy parecido entre sí. La diferencia entre su teléfono celular (el E+) y el de otra persona (el E-) no era tan grande. Eso fue antes que se tuviera acceso a muchas opciones personalizadas del timbre del teléfono. Dado que el E+ y el E- a menudo eran muy similares (si no es que idénticos), era común ver a muchas personas en una multitud buscando su teléfono cuando escuchaban el timbre del teléfono de otra persona. En situaciones como ésa, nos damos cuenta que con el tiempo la gente puede desarrollar una mayor capacidad para discriminar un estímulo (el timbre de su teléfono) de otro estímulo muy similar (el timbre del teléfono de otra persona).



Describe dos ejemplos en los que haya tenido que discriminar entre estímulos para que una respuesta fuese reforzada.

La generalización ocurre cuando un organismo responde de manera similar a dos o más estímulos. En el texto se describen algunos ejemplos de cómo se estudia la generalización. Con base en nuestra definición de generalización, parece que un experimento estándar sobre el tema requiere al menos dos fases, una fase de entrenamiento y una de prueba. Es importante apreciar la importancia de esto. Por consiguiente, antes de continuar responda la siguiente pregunta.



En términos generales, ¿qué sucede durante cada fase de un estudio de generalización y por qué?

Vamos a revisar cómo es la descripción gráfica de la generalización. En la siguiente página se reproduce la **figura 8.2**. Advierta que esta gráfica particular se refiere a una respuesta instrumental que se ha generalizado a estímulos de diferentes colores.

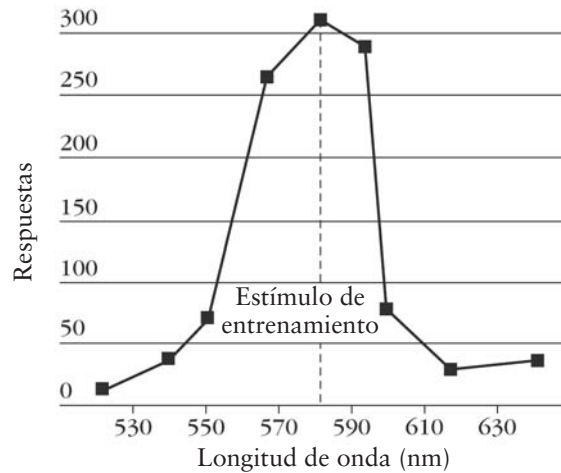
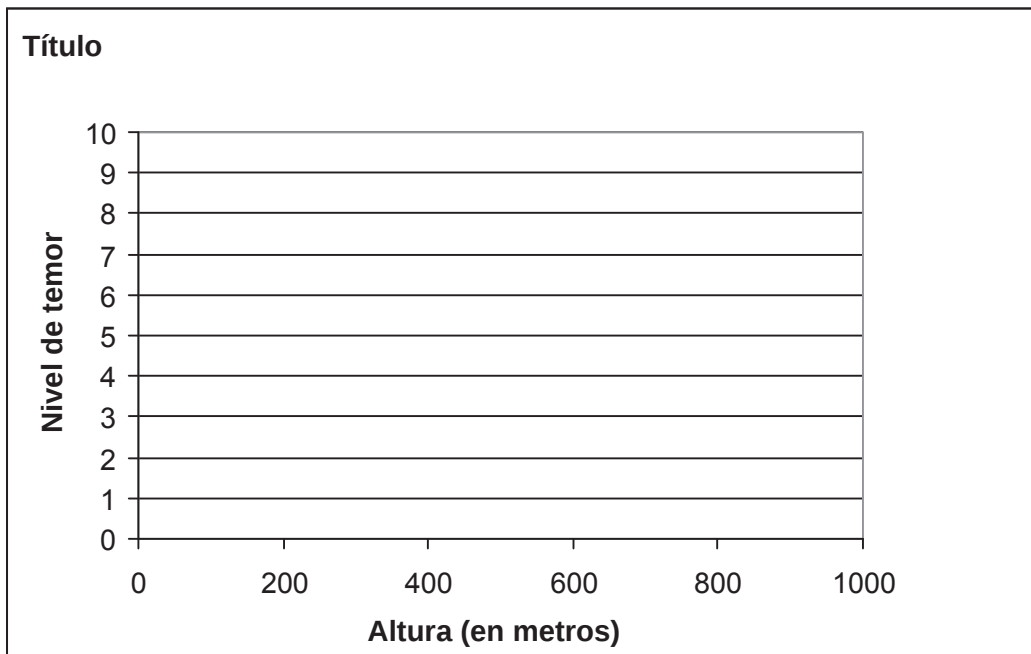


FIGURA 8.2

Gradiente de generalización del estímulo para palomas que fueron entrenadas a picotear en presencia de una luz cuyo color correspondía a una longitud de onda de 580 nm y que posteriormente fueron probadas en presencia de otros colores. (Tomado de "Discriminability and Stimulus Generalization", por N. Guttman y H. I. Kalish, 1956, *Journal of Experimental Psychology*, 51, pp. 79-88.)

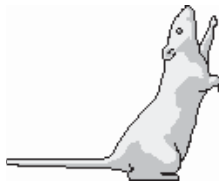
En la gráfica que se presenta en seguida, dibuje los gradientes de generalización para tres personas que tienen miedo a las alturas, que va de leve a moderado a severo. El eje de las y se refiere al nivel de ansiedad (calificada en una escala de 1 a 10) y el eje de las x incluye una medida de altura. (Nota: el estilo de esta gráfica será diferente del anterior, ya que aquí hay un punto cero en el eje de las x.)



Preguntas conceptuales

- 1) ¿Cuál de las curvas que dibujó arriba muestra más generalización del estímulo?
¿Cuál muestra menos?

- 2) ¿Cuál muestra el mayor control por la dimensión estímulo de la “altura”? Tenga en mente que la fuerza del control del estímulo es determinada por la pendiente del gradiente de generalización. Entre más pronunciada sea la pendiente, más fuerte es el control de la conducta por esa dimensión del estímulo.



APLICACIÓN DE SNIFFY

Examine los procesos de generalización, discriminación y control por el estímulo en los ejercicios 37-42 (páginas 203-209).

8.2 Factores del estímulo y la respuesta

Existen varios factores que determinan si una respuesta queda bajo control del estímulo. Algunos sujetos pueden prestar atención a diferentes características de los estímulos complejos y esas son las características que pueden determinar si ocurre la respuesta (recuerde el experimento de Reynolds, 1961). Además, las capacidades sensoriales y las predisposiciones biológicas de un individuo o una especie también pueden determinar si ocurre el control por el estímulo. En las **páginas 265-272** del texto se revisan diversos factores del estímulo y la respuesta que influyen en el control por el estímulo. Por ejemplo:

- Capacidad sensorial y orientación.
- Facilidad relativa del condicionamiento de varios estímulos.
- Tipo de reforzamiento.
- Tipo de respuesta instrumental.

A partir de esta lista, elija dos factores y describa un ejemplo de cada uno que se aplique a su propia experiencia. En su respuesta debe identificar la respuesta que aprendió, el estímulo o estímulos que controlaron la respuesta y la manera en que se desarrolló el control por el estímulo.

1) Factor: _____

Descripción:

2) Factor: _____

Descripción:

8.3 Factores de aprendizaje en el control por el estímulo

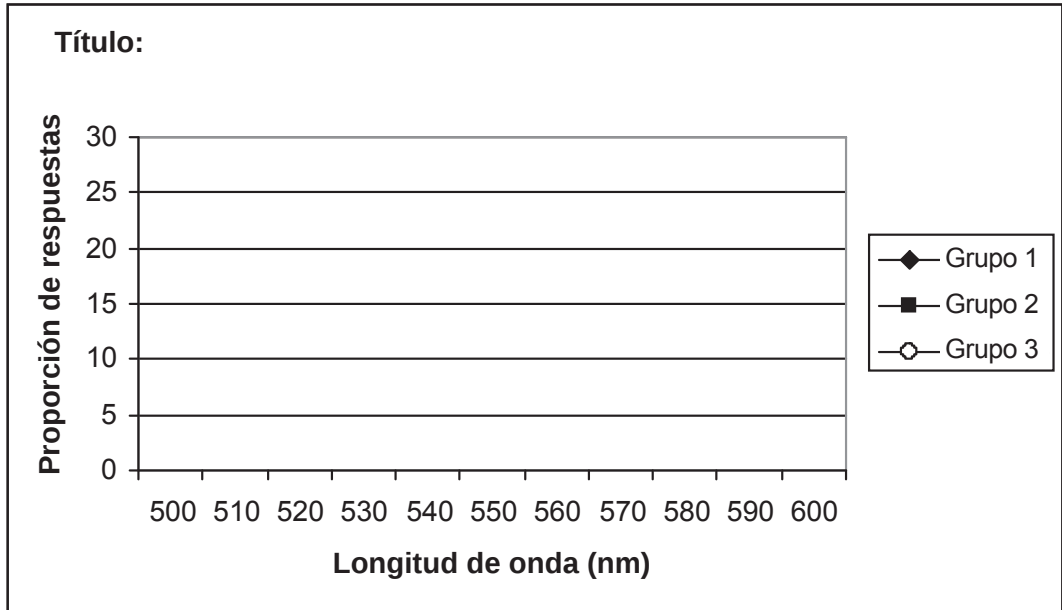
El entrenamiento discriminativo pone a la conducta bajo el control del estímulo. Pero ¿cómo sucede eso? Suponga que estamos estudiando la visión cromática y queremos entrenar a primates no humanos a discriminar entre un color específico (o una luz de una longitud de onda específica). Por ejemplo, ¿cómo podríamos entrenar a monos a presionar un botón cuando estuviera presente un color con una longitud de onda de 550 nm? Para demostrar que la presión de un botón en respuesta al estímulo de 550 nm está bajo control del estímulo podríamos llevar a cabo un experimento con los grupos control apropiados.

Imagine que durante el entrenamiento de la discriminación se expone a los monos a una pantalla que presenta como estímulo un color que mide 550 nm. Si el mono presiona un botón mientras está encendido el estímulo, recibe comida en cada ocasión que lo hace. El E+ es el estímulo de 550 nm. El E- varía entre los grupos. Un grupo no recibe reforzamiento alimenticio mientras la pantalla es gris (grupo 1) y un segundo grupo aprende que no puede recibir comida cuando está presente un color ligeramente distinto, un estímulo de 540 nm (grupo 2). Un tercer grupo control no es entrenado para discriminar, se le refuerza por todas las presiones del botón sin importar el color de la pantalla. El diseño experimental puede resumirse de la siguiente forma.

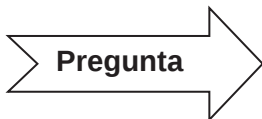
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
E+	550 nm	550 nm	No recibió entrenamiento discriminativo
E-	gris	540 nm	

Después de realizar varios cientos de ensayos con esos diferentes procedimientos, lleva a cabo ensayos de prueba en los que expone a los monos a colores que van de 500 a 600 nm. ¿Cómo piensa que responderán los monos de cada grupo a los colores que van de 500 a 600 nm?

En la gráfica que se presenta en la siguiente página, trace los tres gradientes de generalización que puede predecir para los tres grupos y escriba un título y una interpretación de su gráfica. Puede ser conveniente que revise la figura 8.2 para recordar cómo se dibujan los gradientes de generalización.



Interpretación:



- 1) ¿Por qué era necesario el grupo 3, grupo control, cuando el E- para el grupo 1 era una pantalla gris (sin color)?

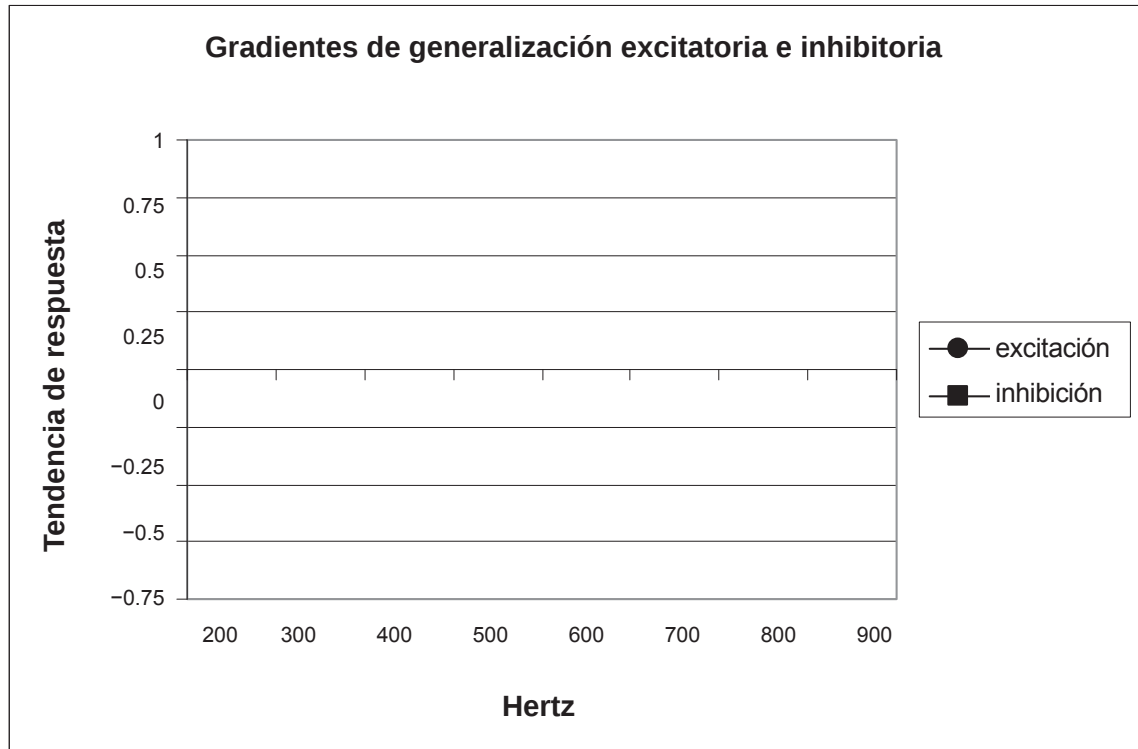
- 2) Plantee cómo se aplica el control por el estímulo a este experimento. ¿Qué grupo mostró el mayor control por el estímulo? ¿Qué grupo mostró menos control? ¿Por qué?

La teoría del aprendizaje discriminativo de Spence ha generado mucha investigación en el área del control por el estímulo. Su teoría se enfoca en los componentes excitatorio e inhibitorio del aprendizaje. Hasta ahora nos hemos concentrado en el condicionamiento excitatorio. El entrenamiento discriminativo resulta en una mayor respuesta ante el estímulo objetivo y menos respuesta ante estímulos que difieren del estímulo objetivo. Sin embargo, es importante recordar que durante las fases del entrenamiento discriminativo con el EC- o el E-, un organismo inhibe la respuesta, pues no es inminente la presentación del EI o del reforzador. De modo que el condicionamiento excitatorio y el condicionamiento inhibitorio interactúan durante el aprendizaje. La teoría de Spence nos lo dice. Examinemos ahora cómo ocurre la interacción entre ambos.

Imagine que entrenó a una paloma a picotear una tecla después del inicio de un tono de 600 Hz. Durante el entrenamiento el EC fue el tono de 600 Hz y el E- fue un tono de 400 Hz. En la prueba, se mostraron a la paloma tonos que iban de 200 a 1000 Hz. A continuación se presentan datos hipotéticos que muestran el nivel de excitación condicionada y de inhibición condicionada ante cada frecuencia durante la fase de prueba del experimento.

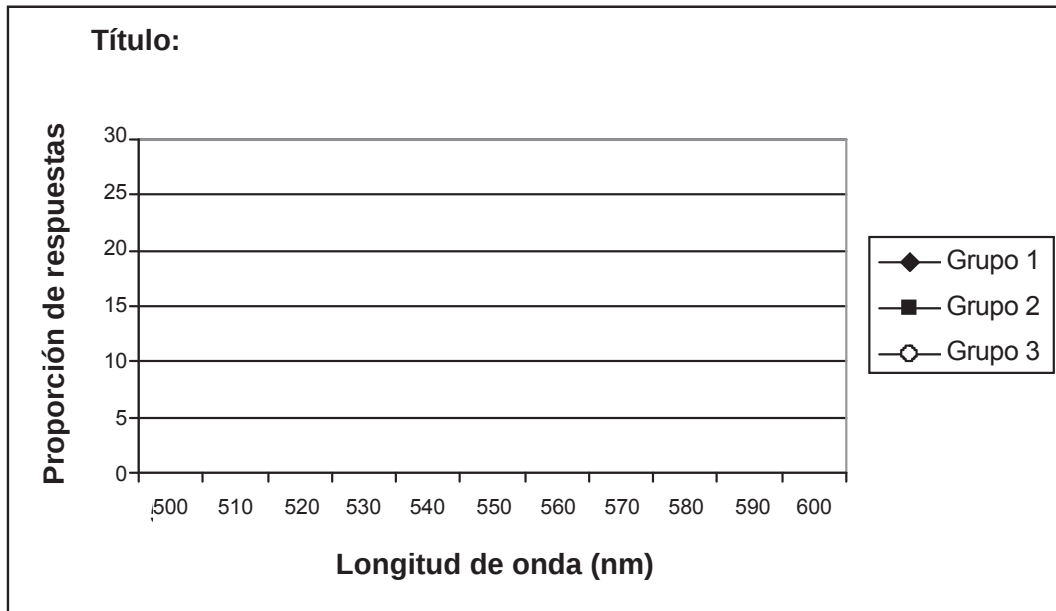
Hertz	Excitación condicionada	Inhibición condicionada
200	0	-.50
400	.50	-.75
600	1.0	-.50
800	.50	-.25
1000	.25	0

En la gráfica que se presenta a continuación, grafique esos datos usando líneas separadas para la respuesta excitatoria y la respuesta inhibitoria, así como los símbolos (• o ▪) proporcionados en la leyenda de la gráfica y escriba una interpretación.



Interpretación:

Un fenómeno importante para la teoría de Spence es el “cambio de pico” (en la **página 282** del texto). Este fenómeno ocurre muy a menudo en los estudios del control por el estímulo. Si señaló que el cambio de pico ocurrió en el estudio hecho con monos sobre discriminación de color que se describió arriba, ¡bien hecho! Si no lo hizo, tómese un momento para volver a dibujar las líneas con el cambio de pico incluido en la figura que se presenta en seguida.



a) Compare la explicación de Spence del cambio de pico con explicaciones alternativas (**página 285**).

b) ¿En qué casos podría ser inadaptado el cambio de pico?

CAPÍTULO 9

Extinción de la conducta condicionada

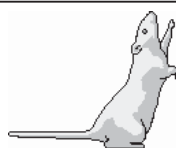
El **capítulo 9** se enfoca en el proceso de extinción, un importante fenómeno que ha recibido gran atención tanto en la investigación básica como en la aplicada. También es un proceso que se encuentra en el condicionamiento instrumental y en el condicionamiento clásico, de ahí que se justifique el hecho de dedicar todo un capítulo al proceso de extinción. En la **sección 9.1** tendrá la oportunidad de visualizar algunos procesos básicos involucrados en la extinción y de practicar con el importante papel del contexto en el aprendizaje y la extinción. En la **sección 9.2** veremos la forma con la que la historia previa de aprendizaje influye en la extinción.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Entender los procesos de extinción y recuperación espontánea de la respuesta condicionada.
- Describir la importancia de la extinción para el tratamiento de las respuestas condicionadas de temor.
- Describir la importancia del contexto en la extinción.
- Distinguir entre los efectos de renovación, restablecimiento y recuperación espontánea.
- Aplicar diferentes características de la extinción a ejemplos reales.
- Describir los efectos paradójicos de la recompensa.
- Aplicar el fenómeno de recuperación espontánea.
- Aplicar diferentes métodos de optimización de los tratamientos de extinción a situaciones reales.
- Comparar las teorías del efecto del reforzamiento parcial en la extinción.

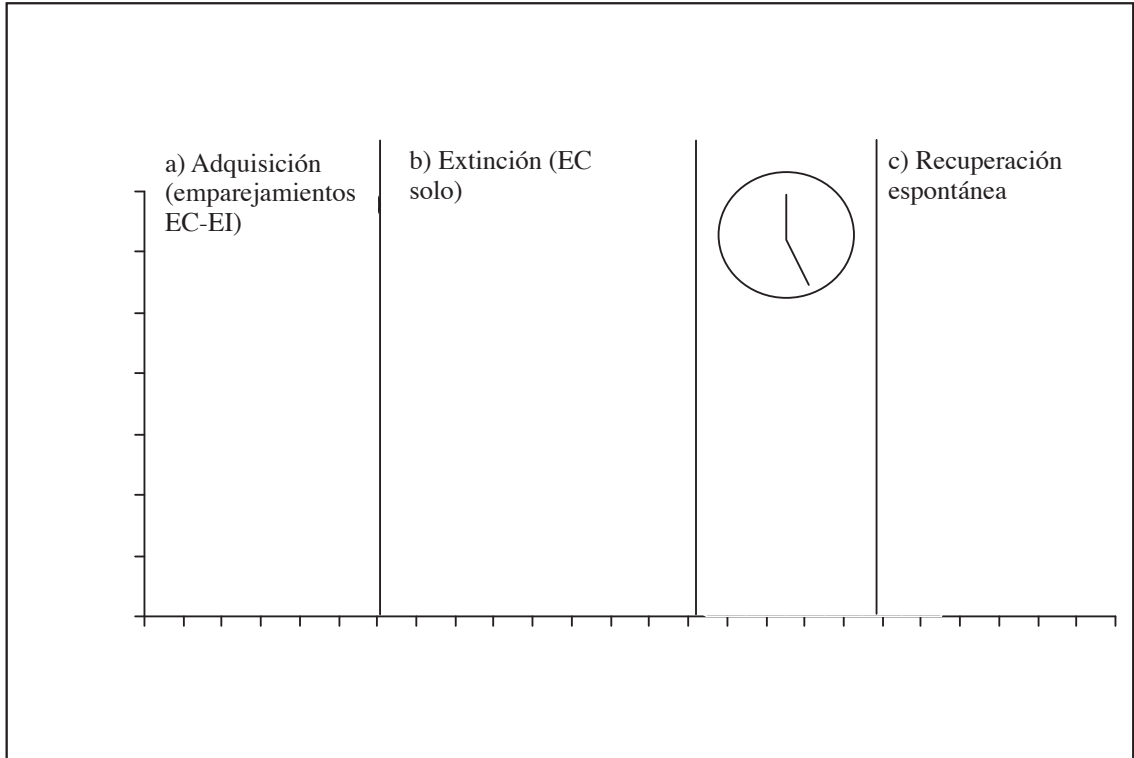
9.1 La extinción y el aprendizaje original

9.1.1 Extinción y recuperación espontánea de la respuesta condicionada Dos procesos del condicionamiento clásico que han generado mucha investigación, tanto de laboratorio como aplicada, son la extinción y la recuperación espontánea. En esta sección se familiarizará con esos procesos. Primero, en la gráfica que se presenta a continuación se indica en cada panel cómo lucirían los datos en el caso de la adquisición, extinción y recuperación espontánea de una respuesta condicionada excitatoria.



APLICACIÓN DE SNIFFY

Practique con los conceptos de extinción y de recuperación espontánea en los ejercicios 2 y 3 (páginas 41, 44) para el condicionamiento clásico y 25-27 (páginas 156-163) para el condicionamiento instrumental.



A continuación vamos a examinar una aplicación real de la investigación a la extinción de una respuesta condicionada.

9.1.2 Fobias: tratamiento, prevención de las recaídas y el efecto de renovación Las fobias suelen ser tratadas con terapias conductuales, pero existen algunas limitaciones de la terapia si las sesiones se llevan a cabo en un único escenario. Este ejercicio le dará la oportunidad de practicar con algunas muestras de datos basadas en un experimento real,¹ que se llevó a cabo con ratas y que tiene implicaciones para el tratamiento de las fobias en seres humanos. En la **página 310** del texto se revisa la importancia clínica de un fenómeno conocido como el *efecto de renovación*. Es conveniente que revise el texto antes de realizar el ejercicio. En el ejercicio vamos a considerar un posible método para extinguir las respuestas fóbicas condicionadas. El estudio examinó la adquisición y extinción en varios escenarios o contextos físicos diferentes.

Un problema con las fobias es que la gente que las padece experimenta recaídas frecuentes cuando se encuentra con el estímulo fóbico en un contexto distinto al contexto en que se llevó a cabo el tratamiento. Gunther *et al.* (1998) consideraron que la exposición a la terapia fóbica en múltiples contextos, mediante el uso de la extinción en cada uno de ellos, puede constituir un tratamiento más adecuado de las fobias.

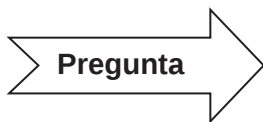
¹Este ejemplo se tomó de Gunther, Denniston y Miller (1998).

Los experimentadores condicionaron una respuesta de temor en grupos de ratas colocadas en una de tres cámaras de prueba que diferían en características físicas, lo que representaba los diferentes contextos. El EC utilizado en este estudio fue una breve presentación de ruido blanco, el cual fue seguido por la aplicación de una descarga en las patas a través del enrejado del piso de las cámaras experimentales. Recuerde que la conducta de congelamiento es una respuesta que suele encontrarse en las ratas ante la proximidad de un evento aversivo, y que una variable dependiente común en estos estudios es la conducta de beber. Por consecuencia, podemos predecir que las ratas sedientas dedicarán menos tiempo a beber si se encuentran en un contexto que les produce temor. Esperaríamos que la conducta de beber se suprima durante el condicionamiento y que en extinción regrese a sus niveles normales. Se necesitaron tres grupos de ratas para probar si la extinción en contextos múltiples se generaliza a un nuevo contexto que las ratas no hayan experimentado antes.

- 1) un grupo control que no recibió extinción (“grupo NE”)
- 2) un grupo que recibió extinción en un contexto (“grupo E1”)
- 3) un grupo que recibió extinción en tres contextos diferentes (“grupo E3”)

Regresemos por un momento a la cuestión de cómo se aplica este experimento al tratamiento de las fobias. ¿Puede pensar en un ejemplo real experimentado por seres humanos que sea análogo al estudio con las ratas?

Piense en cómo se llevaría esto a cabo con la gente que desea superar ansiedades sociales. Imagine que varias personas están recibiendo tratamiento para una fobia social. Usted tiene tres grupos y quiere ver cuál de ellos, después del tratamiento de extinción, mostrará menos ansiedad al asistir a una fiesta grande. Un grupo no recibe extinción y se pone a prueba su ansiedad en una fiesta grande. Un segundo grupo sólo recibió el tratamiento de extinción en una pequeña reunión antes de la prueba, mientras que un tercer grupo recibió el tratamiento de extinción en la pequeña reunión, en un aula grande y en un restaurante abarrotado. ¿Qué grupo de tratamiento mostrará menos ansiedad en la fiesta grande?



Antes de avanzar, ¿qué predice usted para cada uno de los tres grupos de ratas en el experimento de Gunther et al.? (En otras palabras, cuánta respuesta condicionada espera ver en cada grupo de ratas cuando sean probadas en el nuevo contexto después de los tratamientos de extinción?)

NE:

E1:

E3:

La medida crucial en este experimento es el tiempo que necesitan las ratas de cada grupo para beber durante cinco segundos consecutivos en presencia del EC cuando son colocadas en una cámara experimental o contexto en el que no habían estado antes (el contexto novedoso). A continuación se presentan datos hipotéticos que reflejan los resultados de este estudio.

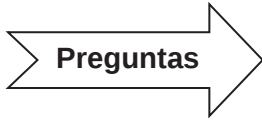
	Grupo		
	NE	E1	R3
Tiempo para completar los cinco segundos de beber	30	20	5

Grafique esos datos en los ejes que se presentan abajo y escriba una interpretación.

Título:



Interpretación:



El efecto de renovación y la recuperación espontánea parecen ser muy similares, por lo que es común que la gente los confunda. ¿En qué difiere el efecto de renovación de la recuperación espontánea?

¿En qué se asemejan el efecto de renovación y el restablecimiento? ¿En qué difieren ambos fenómenos?

En el capítulo 3 (ejercicio 3.1.3) usted describió un temor condicionado. Es posible que haya superado el temor que describió. De ser así, ¿experimentó alguna vez recuperación espontánea, renovación o restablecimiento? ¿Cómo fue?

9.2 Optimización de los efectos de la extinción

Como hemos visto en los ejercicios anteriores, la extinción no es necesariamente permanente. La respuesta condicionada puede reaparecer en numerosas circunstancias. Este es un tema de preocupación en lo que se refiere al uso de la extinción en las terapias conductuales. Tome como ejemplo la terapia por exposición para una respuesta de temor condicionado. Una persona que experimenta de manera repetida el EC temido en ausencia del EI puede sentir menos ansiedad y temor por el EC. Todo esto parece sencillo y suena bien, pero existen numerosos mecanismos por los cuales puede reaparecer una RC que había sido extinguida. ¿Cómo puede evitarse eso?

9.2.1 Aplicación de las estrategias de optimización de la extinción. Imagine que un paciente visita a un terapeuta conductual en busca de ayuda para superar una intensa fobia social. El terapeuta y el paciente deciden probar con la terapia de exposición para ayudar al individuo a superar su miedo.

- 1) Describa de manera general la forma con la cual el terapeuta podría usar los tratamientos de extinción como terapia de exposición para el cliente (*sugerencia*: manipular la exposición a situaciones sociales podría ser un buen comienzo).
- 2) ¿Cómo debería el terapeuta abordar los siguientes problemas de modo que se optimicen los tratamientos de extinción (*sugerencia*: revise el capítulo 9)
 - a. Número y espaciamiento de los ensayos de extinción.
 - b. Reducir la recuperación espontánea.
 - c. Reducir la renovación.
 - d. Realizar la extinción con estímulos combinados (esto puede ser o no pertinente, pero trate de proporcionar una respuesta).

9.3 ¿Qué se aprende en la extinción?

A nivel intuitivo tiene sentido la idea de que la extinción implica el “desaprendizaje” de algo, pues la respuesta condicionada disminuye. No obstante, la extinción no es cuestión de desaprender algo, sino más bien de aprender algo nuevo. En esta sección se incluyen dos conjuntos de ejercicios que se enfocan en algunas propiedades especiales de la extinción. Exploraremos la forma en que la historia previa de aprendizaje influye en la tasa de extinción.

9.3.1 Efectos paradójicos de la recompensa. En las **páginas 322-325** del texto se describen tres fenómenos peculiares de la extinción.

- El efecto del sobreentrenamiento en la extinción.
- El efecto de la magnitud del reforzamiento en la extinción.
- El efecto del reforzamiento parcial en la extinción.

Antes de realizar el ejercicio siguiente, revise esos efectos.

A continuación se presentan algunos escenarios que involucran la extinción de respuestas aprendidas. Léalos con cuidado e identifique cuál de los tres efectos anotados arriba se aplica a la situación. Responda las preguntas siguientes.

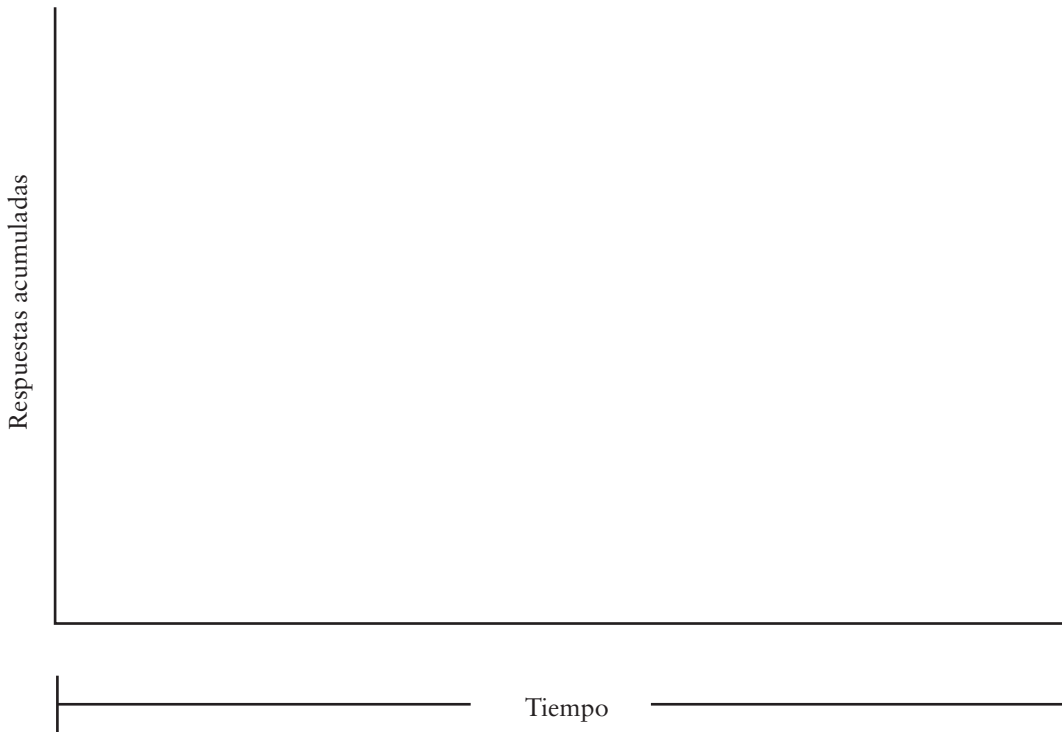
- 1) Verónica trabaja como telefonista en una empresa que le paga 2.50 dólares por llamada. De alguna manera, Derek hace el mismo trabajo para la misma empresa y recibe 1.00 dólar por llamada. Durante una recesión, **ambos** empleados dejan de recibir su paga durante varios días sin advertencia. Según su predicción, ¿qué persona se sentirá menos inclinada a responder el teléfono cuando suene durante este periodo? ¿Qué efecto explica su respuesta?

- 2) La doctora Burns tiene dos estudiantes, Jacquie y Kelcy, quienes sonríen cuando ella trata de hacer bromas durante las clases. Como resultado, ella hace contacto visual con esas estudiantes más a menudo que con otros alumnos. Jacquie sonríe con todas las bromas de la doctora, Kelcy lo hace con algunos de sus chistes. Por desgracia, las dos estudiantes reprobaron el primer examen y dejaron de sonreír ante los chistes de la profesora Burns. Luego del examen, ¿a cuál de las dos estudiantes cree que tratará de buscar con más frecuencia la doctora después de hacer una broma? ¿Qué efecto explica su respuesta?

- 3) En 1985, la empresa Coca-Cola cambió a la “Nueva Coca” cuyo sabor era muy diferente al de la coca tradicional. Esto creó gran revuelo entre los bebedores del refresco, ya que a la gente no le gustaba el sabor de la nueva coca tanto como la coca “clásica” a la que reemplazaba. A partir del tema de estos ejercicios, ¿considera que la extinción del consumo de la nueva coca sería más o menos rápida entre los bebedores mayores y más experimentados o entre los bebedores más jóvenes? ¿Qué efecto explica su respuesta?
- 4) Una rata fue entrenada a presionar dos palancas para obtener comida en dos programas de reforzamiento continuo. Una luz roja indicaba que la palanca derecha podía ser presionada para obtener una bolita de comida. Una luz verde indicaba que podía presionarse la palanca de la izquierda para obtener dos bolitas de comida. Las luces se encendían de manera sucesiva a intervalos regulares. Después que la respuesta en los dos programas estuvo bien establecida, se colocó a la rata en extinción. Las luces roja y verde se encendían a intervalos regulares pero no se entregaba comida. ¿Qué palanca se presionaría con más frecuencia durante la extinción? ¿Qué efecto explica su respuesta?
- 5) El señor Simpson posee una cortadora de césped que tiene un cordón de inicio que debe jalarsse varias veces antes de ponerse en marcha. Su vecino, el señor Flanders posee una segadora que se pone en marcha con un solo jalón del cordón. Una noche, los vándalos del vecindario robaron las bujías de ambas segadoras. La próxima vez que ambos hombres quieran echar a andar sus aparatos, ¿cuál de ellos jalará el cordón más a menudo antes de darse por vencido? ¿Qué efecto explica su respuesta?

El efecto del reforzamiento parcial en la extinción es de gran interés para muchos investigadores del aprendizaje. Existen algunas teorías que rivalizan por la explicación de los mecanismos de dicho efecto, por lo que encontrará más información y explicaciones del mismo en las **páginas 325-327** del texto. En la siguiente página exploraremos algunos detalles adicionales de este efecto.

En la gráfica que se presenta a continuación dibuje tres hipotéticos registros acumulativos de respuesta para sujetos que fueron sometidos a programas de reforzamiento continuo (RFC), de razón variable 5 (RV5) y de razón variable 10 (RV10) hasta que cada programa produjo el mismo número total de respuestas de presión de palanca, luego indique cómo lucirían las curvas si se introduce extinción. Asegúrese de que su gráfica muestra con claridad el efecto diferencial del procedimiento de extinción en los tres grupos. Escriba una interpretación de sus resultados debajo de la gráfica.



Interpretación:

Preguntas

La hipótesis de discriminación. Con base en la hipótesis de discriminación, ¿cuál de los siguientes programas producirá un mayor efecto del reforzamiento parcial en la extinción y por qué? RF1, RF10, RV10.

Teoría de la frustración. ¿Cuál de los siguientes programas producirá el mayor nivel de frustración al introducir la extinción y por qué? RF1, RF10, RV10.

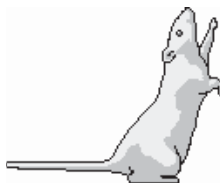
La hipótesis de la secuencia. Suponga que “R” indica recompensa y que “N” indica no recompensa. Imagine que tiene tres grupos de sujetos sometidos a programas de reforzamiento intermitente que son reforzados de la siguiente manera:

Sujeto 1: N R R N N R R N R R

Sujeto 2: R R R N R R N R R N

Sujeto 3: N N N R N R N R N R

Según la hipótesis de la secuencia, ¿qué sujeto es más probable que muestre la mayor evidencia del efecto de reforzamiento parcial en la extinción? Explique su respuesta.



APLICACIÓN DE SNIFFY

Examine en el ejercicio 36 (página 187) los efectos del programa de reforzamiento sobre los ERPE.

CAPÍTULO 10

Control aversivo: evitación y castigo

En este capítulo cambia un poco nuestra aproximación al estudio del aprendizaje. Aquí vamos a examinar la forma en que la estimulación aversiva da lugar a la respuesta condicionada de evitación. También exploraremos las maneras con las que el castigo produce una disminución en la respuesta instrumental. En nuestro análisis de la evitación, nos acercaremos al tema desde las perspectivas de procedimiento, teóricas y aplicadas (**sección 10.1**). De acuerdo con la teoría de los dos procesos, el condicionamiento clásico y el instrumental interactúan durante el aprendizaje de evitación, y en la **sección 10.1** vamos a explorar cómo es que esto ocurre. En la **sección 10.2** pasamos al análisis del castigo. Los ejercicios abarcarán algunos de los aspectos aplicados del castigo.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Distinguir los procesos de evitación y escape.
- Describir cómo explica la teoría de los dos procesos el condicionamiento aversivo.
- Aplicar la teoría de los dos procesos a ejemplos reales.
- Identificar varios procedimientos para medir el aprendizaje de evitación.
- Describir algunas alternativas a la teoría de los dos procesos.
- Identificar distintos factores que influyen en la eficacia del castigo.

10.1 Conducta de evitación

Primero vamos a explorar en detalle los procedimientos y las teorías que están detrás de la evitación condicionada. Se hará la distinción entre evitación y escape, seguida por un ejercicio que pone a prueba la teoría de los dos procesos. También exploraremos varios enfoques experimentales para el estudio de la respuesta de evitación.

10.1.1 Evitación, escape y la teoría de los dos procesos. A continuación se presentan algunos ejemplos de conductas que reducen un evento aversivo. Como leyó en el capítulo 10, podemos usar la evitación o el escape para eliminar algo aversivo. Hay diferencias entre la evitación y el escape, por lo que será conveniente revisar la distinción entre ambos fenómenos antes de continuar.

Los ejemplos siguientes involucran distintas situaciones en que se presenta un estímulo aversivo y se realiza una respuesta para eliminarlo. Debajo de los ejemplos se presentan las opciones de evitación y escape, encierre con un círculo la opción que corresponda al ejemplo presentado.

- 1) Traer consigo el paraguas después de escuchar el reporte meteorológico de lluvia antes de salir de casa.

Evitación

Escape

- 2) Una rata corre al lado opuesto de una caja de vaivén en respuesta a un tono que precede la aplicación de una descarga en cinco segundos.

Evitación Escape

- 3) Apagar el reloj despertador justo antes que suene.

Evitación Escape

- 4) Apagar la alarma ruidosa de un carro.

Evitación Escape

- 5) Tomar tabletas de calcio antes de comer una cena copiosa y muy condimentada.

Evitación Escape

10.1.2 Análisis experimental de la evitación. Los ejercicios que se presentan a continuación le permitirán practicar la distinción de diversas formas de analizar la conducta de evitación.

1) *Experimentos de pulsión adquirida* (página 342)

A continuación se reproduce la **figura 10.4** del texto (página 338). Este es un aparato estándar usado en los experimentos de condicionamiento de evitación.

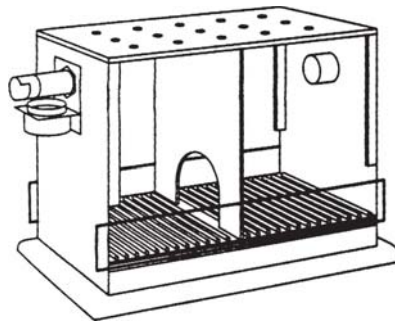


FIGURA 10.4

Caja de vaivén. Ésta tiene en el piso una rejilla metálica y está separada en dos compartimentos por un pasadizo abovedado. La respuesta instrumental consiste en cruzar la caja de un lado a otro.

- I. En el espacio presentado a continuación, describa cómo podría modificarse este aparato para usarlo en un experimento de pulsión adquirida. Asegúrese de distinguir entre los procedimientos de condicionamiento clásico y condicionamiento instrumental.

- II. ¿Cómo demuestra este procedimiento una “pulsión adquirida”?

2) *Medición independiente del temor durante la adquisición y la conducta de evitación (páginas 343-345).*

La **figura 10.7** del texto (en seguida) resume los resultados de un estudio de Lovibond y sus colaboradores (2008). El experimento probó la posibilidad de disociar el aprendizaje de temor y el de evitación en participantes universitarios. Antes de responder las preguntas siguientes revise la figura y el texto.

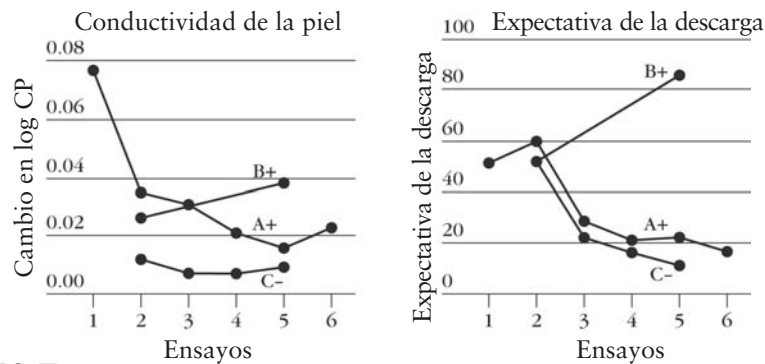


FIGURA 10.7

Cambios a lo largo de los ensayos en la conductividad de la piel y la expectativa de la descarga ante un estímulo de advertencia en un procedimiento de evitación (A+), un EC pavloviano emparejado con la descarga (B+) y un estímulo que nunca se emparejó con la descarga (C-). (Lovibond *et al.*, 2008.)

I. ¿Por qué cree que se utilizaron medidas de conductividad de la piel y de la expectativa de la descarga?

II. La disminución de la respuesta de temor en el grupo A+ y el incremento en la respuesta del grupo B+ es un hallazgo particularmente interesante. ¿Cómo podrían esos datos, mostrados en la **figura 10.7**, contradecir la teoría de los dos procesos?

3) *Extinción de la conducta de evitación por medio del impedimento de la respuesta y la exposición al EC solo (página 345).*

I. Imagine el siguiente escenario.

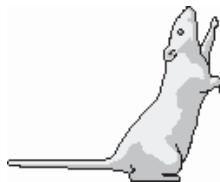
Cuando Emily era joven fue atacada y mordida por un aguerrido gato casero. De inmediato adquirió un fuerte temor a los gatos. Los felinos se convirtieron en un EC que predecía dolor (el EI). Describa cómo podrían usarse el impedimento de la respuesta y la exposición al EC solo para ayudarla a superar su temor a los gatos.

10.1.3 Teorías alternativas de la evitación. La teoría de los dos procesos explica muchos fenómenos del aprendizaje de evitación. Aun cuando existen alternativas a dicha teoría que se describen en las **páginas 351-355** del texto. Es conveniente que revise esas páginas antes de responder las siguientes preguntas. Las alternativas y fenómenos incluyen:

1. Reforzamiento positivo por inhibición condicionada o por señales condicionadas de seguridad.
2. Reforzamiento de la evitación por medio de la reducción en la frecuencia de la descarga.
3. Reacciones de evitación y de defensa específicas de la especie.
4. Inminencia depredadora y conductas defensivas y de recuperación.

A continuación se presentan algunas afirmaciones sobre el aprendizaje de evitación. Dichas aseveraciones se basan en observaciones que sugieren algunas alternativas a la teoría de los dos procesos. Lea cada afirmación con cuidado e identifique (utilizando los números 1 a 4 anteriores) qué alternativa a la teoría de los dos procesos se aplica (puede haber más de una respuesta para cada una).

1. La conducta de evitación incrementa su frecuencia en respuesta a estímulos que señalan el inicio de un estímulo aversivo. _____
2. Los estímulos externos y propioceptivos que están involucrados en la realización de respuestas que reducen la cantidad de descargas recibidas se convierten en inhibidores condicionados del miedo. _____
3. Las respuestas de evitación que se desarrollan durante los primeros ensayos de aprendizaje son de gran importancia y reflejan respuestas defensivas innatas. _____
4. La respuesta de evitación que es provocada por una amenaza se relaciona directamente con el nivel de peligro presente en una determinada situación. _____
5. Las respuestas de evitación ocurren, pues reducen la frecuencia de las descargas, independientemente de las señales de la descarga o de seguridad. _____



APLICACIÓN DE SNIFFY

Examine en los ejercicios 28-30 (páginas 167-170) la forma con la cual los diferentes tipos de castigo influyen en la respuesta instrumental.

10.2 Castigo

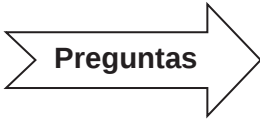
El siguiente conjunto de ejercicios trata el tema del castigo. Como aprendió en el texto, se trata de un tema polémico y buena parte de la investigación se ha enfocado en identificar la eficacia de varios procedimientos de castigo, aunque también se han abordado algunas cuestiones teóricas. Aquí vamos a explorar diversos factores que influyen en la medida en que el castigo es eficaz.

10.2.1 Castigo y respuesta instrumental. La intensidad de un estímulo aversivo puede determinar el grado con que disminuye la respuesta operante. Exploraremos esta regla con mayor detalle, pero primero es necesario revisar un método empleado en el estudio del castigo.

Recuerde que los investigadores emplean razones de supresión para medir los efectos de un estímulo aversivo sobre la respuesta. En el condicionamiento pavloviano un EC aversivo suprime la actividad en curso o produce una respuesta de congelamiento. En el condicionamiento instrumental un estímulo aversivo también suprime una respuesta operante. Por ejemplo, la operante libre de presionar una barra será suprimida si la respuesta es seguida por un estímulo aversivo como un ruido intenso o una descarga en las patas. El siguiente ejercicio está diseñado para ilustrar cómo se usan las razones de supresión en un estudio sobre los efectos de la intensidad del estímulo aversivo en la respuesta operante.

Reducción del tabaquismo. Imagine que está llevando a cabo un estudio con cuatro personas que fuman en exceso (de dos a cinco cajetillas por día). Las cuatro están muy motivadas para dejar de fumar pero la dependencia es tan fuerte que les resulta difícil confiar en el autocontrol (de modo que el síndrome de abstinencia no es una opción). Al inicio usted recoge cuatro cheques de 500 dólares de cada participante. Los cheques están extendidos a nombre de la persona u organización más desagradable para cada participante. Si al final de cada semana no logran reducir su conducta de fumar, se enviará un cheque por correo al beneficiario, de modo que cada participante podría perder hasta 2000 dólares. Cada persona cuenta con un cónyuge o amigo cercano que supervisa la respuesta de operante libre de fumar cigarrillos durante el estudio. La tabla que se presenta a continuación muestra el número de cajetillas que cada participante fumaba en condiciones normales (línea base) y el número de cajetillas fumadas al final de cada una de las cuatro semanas del estudio.

Participante	Línea base (cajetillas por semana)	Semana 1	Razón de supresión 1	Semana 2	Razón de supresión 2	Semana 3	Razón de supresión 3	Semana 4	Razón de supresión 4
1	35	35	0.5	35		34		8	
2	14	10	0.42	8		7		7	
3	21	14		10		6		3	
4	28	25		10		5		25	



- a) Calcule las razones de supresión (R.S. 1 a 4) para cada sujeto al final de cada semana. Escriba sus respuestas en los recuadros sombreados a la derecha de los datos de cada semana.

- b) ¿Cuál sería la razón de supresión si cada participante redujera a la mitad el número total de cajetillas fumadas por semana?

- c) Imagine que este valor fue el criterio que adoptó para las cuatro semanas. Cualquier razón de supresión **mayor** a este valor tendría como resultado el envío del cheque de esa semana.
 - a. ¿Cuánto dinero perdió el sujeto 1? _____
 - b. ¿Cuánto dinero perdió el sujeto 2? _____
 - c. ¿Cuánto dinero perdió el sujeto 3? _____
 4. ¿Cuánto dinero perdió el sujeto 4? _____

- d) ¿Considera que la alteración de su criterio habría tenido un efecto positivo (es decir, menos cigarrillos fumados) en sus resultados? ¿De qué manera?

10.2.2 Nivel introductorio del castigo. La efectividad de los procedimientos de castigo depende en parte de la fuerza con que se introduce el castigo. Por lo general, empezar el castigo con un nivel débil es menos eficaz que hacerlo con un castigo intenso.

Imagine que para probar esta hipótesis lleva a cabo un estudio en el que utiliza ratas como sujetos y descargas en las patas como castigo. Después de entrenar a sus ratas a presionar la palanca para obtener comida, realiza cinco sesiones de castigo en que la presión de la palanca resulta en la aplicación de la descarga. Su diseño podría ser el siguiente:

Grupo	Nivel introductorio del castigo (voltios)	Razón de supresión de la sesión 1	Nivel del castigo en las sesiones 2-5 (voltios)	Razón de supresión de la sesión 5
Control	0		0	
Experimental 1	50		150	
Experimental 2	100		150	
Experimental 3	150		150	

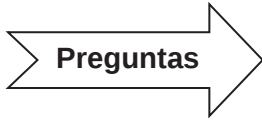
Suponga que la comida entregada no es especialmente atractiva para las ratas y que se sigue entregando durante las sesiones de castigo a los animales de los cuatro grupos. Su grupo control no recibió descargas durante todo el estudio. Sus tres grupos experimentales (experimental 1-3) reciben diferentes niveles introductorios del castigo. En la tabla anterior puede ver que hay celdillas vacías correspondientes a las razones de supresión para cada grupo.

Llene las celdas vacías de la tabla anterior con las probables razones de supresión para cada grupo en la sesión 1 y luego en la sesión 5 después de una fase con un nivel **estándar** de castigo. A continuación, haga la gráfica de sus resultados con una línea separada para cada sujeto.

Título:



Interpretación:



- a) ¿Qué revelan sus resultados acerca de los niveles introductorios del castigo?

- b) ¿Por qué se entregó la comida durante las sesiones de castigo?

- c) ¿Cuáles podrían haber sido los efectos sobre las razones de supresión si hubiese utilizado una comida altamente preferida?

10.2.3 Contingencia y contigüidad. En el texto aprendió que, además de la intensidad del castigo, otros factores influyen en la eficacia del castigo. Dos de esos factores son la contingencia y la contigüidad entre la respuesta y el estímulo.

Contingencia. Diseñe un experimento que demuestre la importancia de la contingencia en el castigo de una respuesta. Asegúrese de incluir un grupo control. Use la gráfica de la siguiente página para escribir los resultados hipotéticos que demostrarían que su experimento funcionó y escriba una interpretación (en las **páginas 359-361** busque ideas que le indiquen cómo podría esto funcionar).

Diseño experimental.

Título:

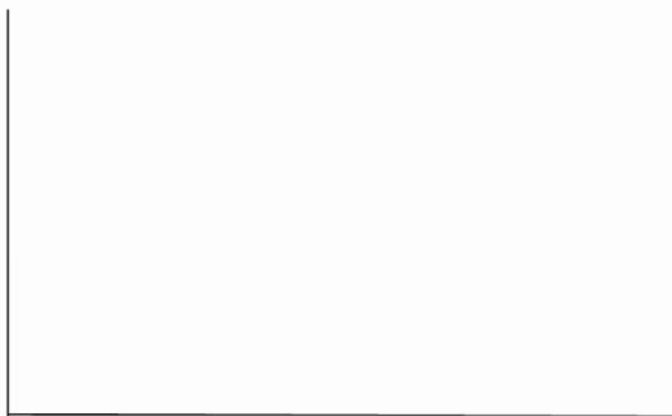


Interpretación:

Contigüidad: Diseñe un experimento que demuestre la importancia de la contigüidad temporal para castigar una respuesta, luego haga la gráfica e interpretación de los resultados (consulte la **página 361**)

Diseño experimental.

Título:



Interpretación:

CAPÍTULO 11 Cognición comparada I: mecanismos de la memoria

Los dos últimos capítulos del texto se enfocan en el tema de la cognición comparada. Este tema difiere de los otros temas revisados en el texto, ya que trata con algunas formas relativamente complejas de aprendizaje. Además, en el **capítulo 11** se presenta una revisión más detallada del tema de la memoria. En los ejercicios siguientes se le pide primero que considere un par de preguntas conceptuales que le ayudarán a distinguir la cognición comparada de otras perspectivas revisadas en el texto (**sección 11.1**). A continuación pasamos al análisis de los diversos procedimientos usados para estudiar la memoria, en concreto, la igualación demorada a la muestra (**sección 11.2**). En la **sección 11.3** se le pedirá que aplique varios mecanismos de la memoria a situaciones reales. El tema del olvido se trata en la **sección 11.4** y se le pedirá que distinga entre interferencia proactiva y retroactiva.

Después de realizar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Distinguir la cognición comparada de campos relacionados.
- Describir las diferencias entre memorias procedimental, de trabajo y de referencia.
- Describir el procedimiento de igualación demorada a la muestra.
- Crear sus propios ejemplos de cómo funciona el procedimiento de igualación demorada a la muestra.
- Aplicar los conceptos que subyacen a los diferentes mecanismos de memoria a ejemplos reales.
- Distinguir entre interferencia proactiva y retroactiva.

11.1 Definición de la cognición comparada

El campo de la *cognición comparada* es distinto de otras perspectivas como la del *aprendizaje animal* o la *etología cognoscitiva*. La identificación de las diferencias puede ser difícil, pues las perspectivas comparten muchas similitudes. Aquí se le pide que considere un par de preguntas que le ayudarán a conceptualizar el campo de la cognición comparada.

Preguntas conceptuales

- 1) Describa una diferencia importante entre la etología cognoscitiva y la cognición comparada. ¿En qué son similares?

- 2) Por lo regular, el condicionamiento clásico se presenta como un proceso relativamente mecánico que no requiere pensamiento alguno por parte del organismo. Esto no significa que no pueda ofrecerse una interpretación cognoscitiva del condicionamiento clásico. ¿Cómo aplicaría una interpretación cognoscitiva a la respuesta condicionada de salivar?

- 3) ¿Qué aspectos del análisis del aprendizaje instrumental involucran procesos cognoscitivos?

11.2 Paradigmas de memoria

Los paradigmas representan maneras en que conceptualizamos la información y los métodos que empleamos para estudiar los fenómenos. Como ha visto, en la psicología del aprendizaje existen métodos estándares usados en el estudio de fenómenos como el bloqueo, el preconditionamiento sensorial, los programas de reforzamiento y muchos otros. El estudio de la memoria también depende de procedimientos estandarizados como la igualdad demorada a la muestra. En esta sección veremos algunos conceptos básicos de la memoria y los métodos empleados para estudiarlos.

11.2.1 Memoria procedimental. Después de revisar la **página 380** y la definición de la memoria procedimental, mencione tres actividades que realiza de manera rutinaria en las que utiliza su sistema de memoria procedimental.

1)

2)

3)

11.2.2 Memoria de trabajo y memoria de referencia. En los siguientes ejemplos, identifique qué tarea utiliza la memoria de trabajo y qué tarea emplea la memoria de referencia. En cada ejemplo encierre en un círculo la opción correcta.

- 1) En un restaurante, un mesero toma la orden sin anotarla. La información debe ser memorizada hasta que se entregue la orden al cocinero.

memoria de trabajo

memoria de referencia

- 2) Una mesera memoriza las sugerencias que tiene que describir esa tarde a cada cliente.

memoria de trabajo

memoria de referencia

- 3) John obtiene un trabajo como mesero en un nuevo restaurante y tiene que familiarizarse con los artículos estándar del menú.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

- 4) Los taxistas londinenses tienen que aprobar un examen en que demuestren su conocimiento de las calles de Londres antes que se les permita conducir un taxi.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

- 5) Una dentista se encuentra con un problema inesperado mientras hace una endodoncia y decide que tiene que consultar con un colega antes de terminar el trabajo. Durante la consulta, se le pide que describa lo que ha hecho y lo que ha encontrado hasta ahora.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

- 6) Un detective trata de volver sobre los pasos de un sospechoso y entrevista a un taxista que lo recogió poco antes del crimen. El detective está interesado en la ruta que tomó el taxista.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

- 7) Para obtener una licencia como agente de bienes raíces, Mary tuvo que aprobar un examen sobre las leyes y procedimientos estatales referidos a las propiedades inmobiliarias.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

- 8) Mientras realiza los preparativos previos al vuelo, un piloto debe tener en mente qué aspectos del avión ya revisó y cuáles le quedan por revisar.

memoria de trabajo *memoria de referencia*

11.2.3 Igualación demorada a la muestra. En las **páginas 382-388** se describe un método para medir la memoria llamado igualación demorada a la muestra. Revise esas páginas y responda las siguientes preguntas conceptuales.

Preguntas conceptuales

- 1) Revise la figura 11.1 en la **página 383** del texto. ¿Por qué sería problemático mantener las alternativas de elección en la misma posición (izquierda/derecha) en cada ensayo?

- 2) ¿Cómo explicaría la hipótesis de decaimiento de la huella la razón por la que los pacientes con esquizofrenia tienen un desempeño peor que la gente normal en las tareas de igualación demorada a la muestra?

11.3 Mecanismos de la memoria

En la **página 397** del texto, se describen cuatro estrategias usadas para la navegación, éstas implican el uso de:

- Señales
- Puntos de referencia
- Características geométricas
- Gradientes espaciales

Lea los siguientes ejemplos y encierre en un círculo la estrategia de navegación que se aplica en cada uno.

- 1) Encontrar un carro que se estacionó detrás de una camioneta grande en un estacionamiento.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 2) Localizar el comedor usando como indicadores la posición relativa de los edificios de la biblioteca y el dormitorio.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 3) Buscar en una tienda de abarrotes el anuncio de “charcutería” para encontrar un sándwich.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 4) Encontrar una casa en el campo que está a un kilómetro al norte de un enorme granero rojo.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 5) Remar hacia una isla para encontrar refugio.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 6) Acercarse a una luz que se asoció con la entrega de comida.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

- 7) Encontrar la salida más rápida de un área boscosa oscura acercándose a la luz más brillante que uno puede ver.

Señal Punto de referencia Características geométricas Gradiente espacial

11.4 Olvido

En la **página 411** del texto se describe la interferencia proactiva y la retroactiva como dos posibles fuentes de olvido. Revíselas y complete luego el siguiente ejercicio.

Lea los siguientes ejemplos e identifique si el olvido se debió a la interferencia proactiva o a la interferencia retroactiva (encierre en un círculo la opción correcta).

- 1) Wade tuvo dos exámenes en un solo día. Su primer examen fue de una clase de aprendizaje a las 8:00 am. A las 10:00 am presentó un examen de su clase de neurociencia conductual. Durante el examen de neurociencia, Wade olvidó varios detalles acerca del cerebelo debido a lo que memorizó para su clase de aprendizaje.

proactiva

retroactiva

- 2) Dan es un jugador de fútbol que fue transferido de la Universidad de Kentucky a la Universidad de Carolina del Norte. A Dan le resultó difícil memorizar los nombres de las nuevas jugadas que estaba aprendiendo en la Universidad de Carolina del Norte ya que muchos de ellos eran similares a los que había aprendido en Kentucky.

proactiva

retroactiva

- 3) Cada semestre la doctora Matthews aprende los nombres de sus nuevos estudiantes. En ocasiones, cuando se encuentra con alumnos de semestres anteriores le resulta difícil acordarse de sus nombres debido a todos los nuevos alumnos que ha conocido.

proactiva

retroactiva

- 4) Una estudiante de cocina aprende a identificar los nombres de todas las especies empleadas en la cocina china. Luego le resulta difícil recordar los nombres de algunas de ellas por su aprendizaje sobre la cocina hindú.

proactiva

retroactiva

- 5) Julie se mudó a una nueva ciudad y con frecuencia menciona su antiguo código de área cuando da su nuevo número telefónico.

proactiva

retroactiva

CAPÍTULO 12 Cognición comparada II: temas especiales

Aquí vamos a explorar otros aspectos de la cognición comparada. Los ejercicios de la **sección 12.1** tratan una forma especial de memoria espacial que se encuentra en las aves. La **sección 12.2** explora las formas en que los animales procesan el tiempo, y la **sección 12.3** examina el aprendizaje de relaciones seriales. En el último grupo de ejercicios se revisa con mayor detalle la investigación que examina las capacidades de lenguaje de especies no humanas como los loros grises africanos, los chimpancés y los bonobos (**sección 12.4**).

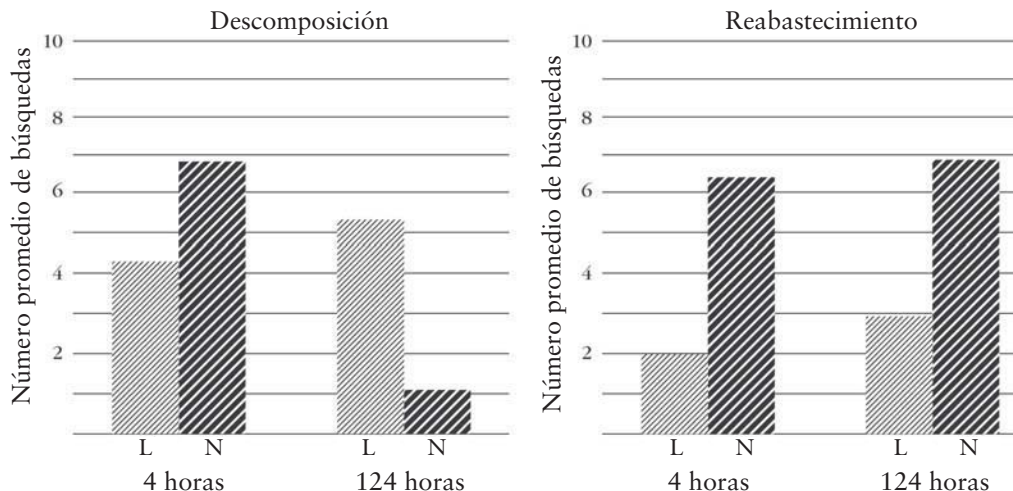
Después de completar esos ejercicios, deberá ser capaz de:

- Evaluar diversas variables importantes que influyen en la memoria espacial de las aves.
- Aplicar las teorías de la estimación temporal a ejemplos reales.
- Comparar dos teorías de la estimación temporal.
- Comparar diferentes explicaciones del aprendizaje serial e identificar qué hace del aprendizaje serial una capacidad cognoscitiva.
- Evaluar diferentes procedimientos usados para examinar las capacidades de lenguaje en primates no humanos.

12.1 Almacenamiento y recuperación de la comida

Al inicio del capítulo 12 se describen las fascinantes proezas de la memoria que se encuentran en aves que almacenan comida, como los cascanueces de Clark. Experimentos cuidadosamente controlados han demostrado que las aves usan la memoria para localizar alimento almacenado en miles de lugares separados. Además de recordar dónde almacenaron la comida, esas aves parecen recordar el tipo de comida guardada y el momento en que la almacenaron. Clayton y Dickinson (1999) examinaron si las aves pueden recordar la calidad de la comida y el tiempo que ésta ha estado almacenada. A continuación se presentan los resultados de su experimento, los cuales se reproducen de la **figura 12.4** del texto.

Revise la figura presentada a continuación y la descripción del estudio en el texto para responder luego las preguntas siguientes.



- 1) En la figura, ¿qué representa L y N?
- 2) ¿Qué es la condición de “descomposición”? ¿En qué difiere de la condición de “reabastecimiento”?
- 3) ¿Qué hicieron las aves que experimentaron la condición de “descomposición”?
- 4) ¿Qué hicieron las aves que experimentaron la condición de “reabastecimiento”?
- 5) ¿Qué sugieren los datos de Clayton y Dickinson (1999) acerca de las variables del *qué* y *cuándo* en el almacenamiento de comida?
- 6) Los críticos sostenían que la disminución en la preferencia por las lombrices almacenadas durante 124 horas era resultado del decaimiento de la memoria y no de la memoria episódica de cuándo se realizó el almacenamiento. ¿Qué respuesta han dado los investigadores a esta crítica?

12.2 Estimación temporal

Ahora vamos a explorar la forma con la que los animales responden al paso del tiempo. Es importante que entienda los procedimientos usados para estudiar la estimación temporal. En los ejercicios siguientes se le pide que considere algunos problemas de procedimiento en el estudio de la estimación temporal y que reflexione acerca de dos teorías alternativas a la conducta de estimación temporal.

Preguntas conceptuales

- 1) Si llevara una clase en el sótano de un edificio y no dispone de reloj alguno, ¿qué señales podría usar para estimar la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde el inicio de la clase?

- 2) Es común que a los sujetos que participan en los experimentos de estimación temporal se les entrene para responder en un programa de intervalo fijo. Esto da lugar a mayores tasas de respuesta a medida que los sujetos se acercan al momento en que está disponible el reforzador. ¿Cómo se relaciona un programa de IF con el “procedimiento pico” usado para obtener evidencia de estimación temporal? ¿Dónde ocurre el “pico” en este procedimiento?

- 3) ¿Qué sucedería si se introdujera un periodo de “oscurecimiento” en el procedimiento pico? ¿Qué demuestra eso acerca de la estimación temporal?

- 4) De acuerdo con los estudios revisados en el texto, ¿cómo discrimina la mayoría de los organismos la diferencia entre 12 y 48 segundos? (Encierre en un círculo la opción correcta.)

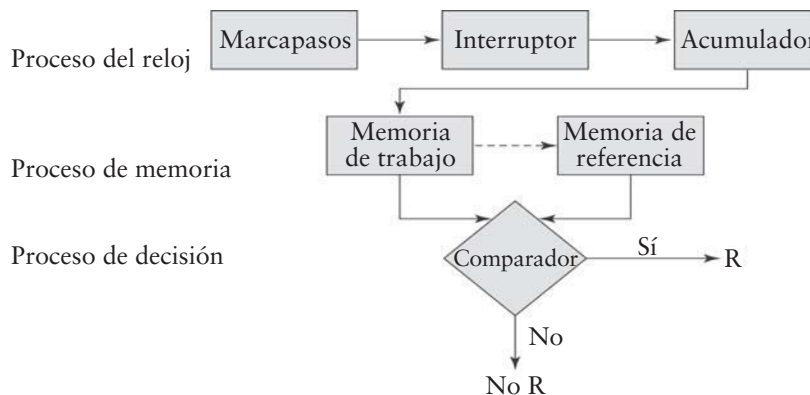
a) 48 segundos es 36 segundos más que 12 segundos

b) 48 segundos es cuatro veces más grande que 12 segundos

¿Qué principios revisados en el capítulo 12 explican su elección?

12.2.2 Teoría de la expectativa escalar

Estudie el *modelo de procesamiento de la información de la estimación temporal* descrito en la **figura 12.7** que se presenta abajo (**página 431 del texto**). Al principio puede parecer un poco abstracto. Sin embargo, la reflexión cuidadosa acerca de cada paso le permitirá apreciar cómo se aplica a la manera en que usted procesa el tiempo. Revise el modelo y responda las siguientes preguntas.



- 1) ¿Qué es lo que acumula el *acumulador*?

2) ¿Cómo se relacionan el *interruptor* y el *acumulador*?

3) ¿Cómo procesan la *memoria de trabajo* y la *memoria de referencia* el número de pulsos acumulados?

4) ¿Cuál es la función del *comparador*?

Imagine que el entrenador de un equipo de fútbol pide una pausa que no puede durar más de dos minutos para no incurrir en una falta. Durante el periodo de la pausa el entrenador tiene que decidir sobre una jugada y anunciarla a su equipo en el curso de 90 segundos después de haber solicitado la pausa. Describa a continuación cómo se aplica a esta situación el modelo del procesamiento de información de la estimación temporal.

12.2.3 Teoría del procesamiento de información contra la teoría conductual

La *teoría del procesamiento de información de la estimación temporal* difiere de la *teoría conductual de la estimación temporal* (**páginas 432-433**). El siguiente ejercicio está diseñado para ayudarlo a aplicar cada teoría y a identificar las semejanzas y diferencias entre ambas.

Lea el siguiente ejemplo y responda las preguntas siguientes.

Ha hecho una orden de comida para llevar en su restaurante favorito. El restaurante siempre está muy concurrido y habrá una espera antes que su comida esté lista. Según su experiencia, la espera puede ser más o menos de 20 minutos. Suponga que no cuenta con señales externas como un reloj, por lo que su única señal es el paso del tiempo que sigue al momento en que hizo su orden. La respuesta instrumental es su decisión de revisar la barra del restaurante para ver si la comida está lista.

- 1) Con base en esta información, describa cómo se aplica a este ejemplo el modelo del procesamiento de la información de la estimación temporal. Asegúrese de hacer referencia a todos los componentes del modelo (el marcapasos, el interruptor, el acumulador, la memoria de trabajo y de referencia, y el comparador).

- 2) Describa cómo se aplicaría a este ejemplo la teoría conductual de la estimación temporal. Asegúrese de hacer referencia a las conductas adjuntivas y a las respuestas interinas y terminales.

- 3) ¿En qué difieren ambas teorías? ¿En qué se asemejan?

12.3 Aprendizaje de relaciones seriales

En las **páginas 434-439** del texto se revisa el fenómeno del aprendizaje de relaciones seriales. Dicho fenómeno implica el aprendizaje de las secuencias ordenadas en que pueden ocurrir los estímulos.

Revise la **figura 12.8** de la **página 434** del texto y responda las siguientes preguntas.

- 1) Compare el aprendizaje de una **cadena de respuestas** con el **aprendizaje de una representación serial**.

- 2) Específicamente, ¿qué distingue al aprendizaje de la secuencia de estímulos de la parte derecha de la **figura 12.8** del aprendizaje de la secuencia presentado a la izquierda?

- 3) ¿Cuál de los dos tipos de aprendizaje que ocurren en la situación descrita en la **figura 12.8** involucra un componente cognoscitivo? ¿Por qué eligió esa respuesta?

12.4 Lenguaje

Sue Savage-Rumbaugh encabeza un importante grupo de investigadores en el examen de las capacidades de lenguaje de primates. Este trabajo se describe en las **páginas 449-454** del texto. La doctora Savage-Rumbaugh inició el trabajo con un bonobo llamado Kanzi durante su estancia en el Language Research Center de la Universidad Estatal de Georgia. El trabajo ha continuado por muchos años. Kanzi, así como otros simios a quienes se ha entrenado el lenguaje y la doctora Savage-Rumbaugh se encuentran ahora en el Great Ape Trust de Iowa. El trabajo se muestra en www.greatapetrust.org. Como aprendió en el texto, Kanzi se comunica usando un lenguaje artificial compuesto por símbolos de lexigrama como los presentados en la **figura 12.6** reproducida a continuación.

			
Sherman 73	Huevo 81	Excavar 89	Kanzi 97
			
Comida 74	Palo 82	Crema ácida 90	Lluvia 98
			
Televisión 75	Rock 83	Puerta de Sue 91	Zanahoria 99

Esos símbolos representan palabras en el lenguaje Yerkish. El trabajo sobre las capacidades lingüísticas de los animales es polémico y resulta difícil evaluarlo si sólo se lee al respecto. Por ello puede ser útil que vea algunos ejemplos como los sugeridos a continuación.

El texto describe la investigación sobre la capacidad de Kanzi para reconocer palabras inglesas habladas. Puede ver los ejemplos en <http://www.greatapetrust.org/research/general/kanzi.php>

Vea el corto titulado *Kanzi entiende el lenguaje hablado* y responda las siguientes preguntas.

- 1) ¿Por qué Kanzi usa audífonos? ¿Por qué el experimentador se sienta detrás de Kanzi?

- 2) A partir únicamente de sus observaciones del corto ¿considera que Kanzi entiende los lexigramas como palabras?

- 3) Con base en lo que ha aprendido sobre el condicionamiento clásico e instrumental, ¿ve cómo pueden aplicarse esas formas de aprendizaje a lo que Kanzi estaba haciendo en el corto que miró?

El texto describe algunos experimentos que involucran comprensión del lenguaje. Los experimentos fueron diseñados para determinar si Kanzi era capaz de entender el lenguaje de manera flexible. Por ejemplo, se le pidió que hiciera algo inusual como “Haz que el perrito (de juguete) muerda a la serpiente (de juguete)”. Puede ver ensayos de muestra de este experimento en <http://www.greatapetrust.org/research/general/panbanishakanzi.php>

Vea el corto titulado *Kanzi y las oraciones novedosas* y responda las preguntas sobre el corto.

- 1) ¿Por qué llevaba máscara el experimentador?

- 2) ¿Por qué el experimentador le pedía a Kanzi que hiciera cosas que parecían inusuales?

- 3) En comparación con el primer corto que vio, ¿demuestra éste mayor evidencia de capacidad de lenguaje en Kanzi? Justifique su respuesta.

Referencias

- Bevins, R., Rauhut, A. S., McPhee, J. E., & Ayers, J. J. B. (2000). One-trial context fear conditioning with immediate shock: The roles of transport and contextual cues. *Animal Learning and Behavior*, 28, 162-171.
- Cheney, D. L., & Seyfarth, R. M. (1990). *How monkeys see the world*. Chicago: University of Chicago Press.
- Clayton, N. S., & Dickinson, A. (1999). Scrub jays (*Aphelocoma coerulescens*) remember the relative time of caching as well as the location and content of their caches. *Journal of Comparative Psychology*, 113, 403-416.
- Deich, J. D., Allan, R. W., & Zeigler, H. P. (1988). Conjunctive differentiation of gape during food-reinforced key pecking in the pigeon. *Animal Learning and Behavior*, 16, 268-276.
- Griffin, A.S., Evans, C.S., & Blumstein, D.T. (2001). Learning specificity in acquired predator recognition. *Animal Behaviour*, 62, 577-589.
- Gunther, L.M., Denniston, J. C., & Miller, R. R. (1998). Conducting exposure treatment in multiple contexts can prevent relapse. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 75-91.
- Leon, M. I. & Gallistel, C. R. (1998). Self-stimulating rats combine subjective reward magnitude and subjective reward rate multiplicatively. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 265-277.
- McMillan, D. E., & Hardwick, W. C. (2000). Drug discrimination in rats under concurrent variable-interval variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 103-120.
- Reynolds, G. S. (1961). Attention in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 203-208.
- Rossier, J., Grobety, M-C., & Schenk, F. (2000). Spatial learning in rats across visually disconnected environments. *Animal Learning and Behavior*, 28, 16-27.
- Slifkin, A. B., & Brener, J. (1998). Control of operant force production. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 24, 1-8.
- Timberlake, W., & Grant, D. S. (1975). Auto-shaping in rats to the presentation of another rat predicting food. *Science*, 190, 690-692.

- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20, 410-433.
- Tolman, E. C., & Honzik, C. H. (1930). Degrees of hunger, reward and non-reward, and maze learning in rats. *University of California Publications in Psychology*, 4, 241-256.
- Westbrook, R. F., Jones, M. L., Bailey, G. K., & Harris, J. A. (2000). Contextual control over conditioned responding in a latent inhibition paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 157-173.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal grey lines across its entire width, providing a template for writing or drawing. The margins are consistent on all sides.

[illegible]

This image shows a full page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page, typical of notebook or legal stationery. There are no margins, text, or other markings present.

En *Principios de aprendizaje y conducta* 6a. edición, el lector encontrará ideas y hallazgos recientes en el área del condicionamiento y el aprendizaje, comprenderá la integración de los fenómenos conductuales de este proceso con la forma en que la evolución ha moldeado los sistemas de conducta y hallará una presentación ecléctica y equilibrada del campo, respetuosa tanto de la tradición asociacionista pavloviana como de la tradición skinneriana del análisis conductual.

El libro refleja la forma en que ha evolucionado el campo del aprendizaje en las últimas tres décadas. En los años recientes también se ha logrado un progreso importante en la mejor comprensión del carácter habitual de buena parte de la conducta humana, el papel de los procesos de habituación en el consumo de comida y la obesidad en los seres humanos, y las raíces evolutivas de importantes procesos cognoscitivos. Esos desarrollos se reflejan en cambios importantes en muchos de los capítulos.

